

**PENGARUH METODE PENANAMAN YANG BERBEDA TERHADAP  
KANDUNGAN AGAR-AGAR PADA BUDIDAYA *Gracilaria verrucosa*  
DI KECAMATAN GALIS KABUPATEN PEMEKASAN MADURA**

**LAPORAN SKRIPSI  
PROGRAM MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh :

**MARIA FLORIDA RUPA**

**NIM. 105080113111005**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

**PENGARUH METODE PENANAMAN YANG BERBEDA TERHADAP  
KANDUNGAN AGAR-AGAR PADA BUDIDAYA *Gracilaria verrucosa*  
DI KECAMATAN GALIS KABUPATEN PEMEKASAN MADURA**

**LAPORAN SKRIPSI  
PROGRAM MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya

Oleh :

**MARIA FLORIDA RUPA**

**NIM. 105080113111005**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2016**

**PENGARUH METODE PENANAMAN YANG BERBEDA TERHADAP  
KANDUNGAN AGAR-AGAR PADA BUDIDAYA *Gracilaria verrucosa*  
DI KECAMATAN GALIS KABUPATEN PEMEKASAN MADURA**

Oleh :

**MARIA FLORIDA RUPA**

**NIM. 105080113111005**

**Telah Dipertahankan Didepan Penguji  
Pada Tanggal 22 Juli 2016  
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat**

**SK Dekan No. : \_\_\_\_\_**

**Tanggal : \_\_\_\_\_**

**Menyetujui,**

**DOSEN PENGUJI I**

**Dr. Ir. MUHAMMAD MUSA, MS**  
**NIP. 19570507 198602 1 002**

**TANGGAL : 12 AUG 2016**

**DOSEN PEMBIMBING I**

**Prof. Dr. Ir. ENDANG YULI, MS**  
**NIP. 19570704 198403 2 001**

**TANGGAL : 12 AUG 2016**

**DOSEN PENGUJI II**

**Dr. Ir. UMI ZAKIYAH, M.Si**  
**NIP. 19610303 198602 2 001**

**TANGGAL : 12 AUG 2016**

**DOSEN PEMBIMBING II**

**Dr. YUNI KILAWATI, S.Pi., M.Si**  
**NIP. 19730702 20051 2 001**

**TANGGAL : 12 AUG 2016**



**MENGETAHUI,  
KETUA JURUSAN MSP**

**Dr. Ir. ARNING WILUJENG EKAWATI., MS**  
**NIP. 19620805 198603 2 001**

**TANGGAL : 12 AUG 2016**



## RINGKASAN

**Maria Florida Rupa.** Penelitian Skripsi. Pengaruh Metode Penanaman Yang Berbeda Terhadap Kandungan Agar-Agar Pada Budidaya *Gracilaria verrucosa* Di Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura. Di bawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli. H., MS** dan **Dr. Yuni Kilawati, S.Pi.,M.Si.**

---

Rumput laut memiliki potensi yang sangat besar untuk perikanan Indonesia dengan pembudidayaannya dilakukan di laut maupun di tambak. Salah satu rumput laut yang paling banyak dibudidayakan di tambak adalah jenis *Gracilaria verrucosa*. Usaha budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak dapat dilakukan dengan metode penanaman yang berbeda yaitu metode dasar dan metode apung (*Longline*). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh metode penanaman yang berbeda terhadap kandungan agar-agar serta untuk mengetahui pengaruh metode penanaman yang berbeda terhadap parameter fisika dan kimia perairan budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa*. Penelitian ini dilaksanakan di Tambak Desa Pandan, Kecamatan Galis, Kabupaten Pamekasan, Madura. Pengukuran kualitas air dilakukan di Laboratorium Ilmu-Ilmu Perairan Universitas Brawijaya Malang. Pembuatan agar-agar dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan 2 perlakuan dan penyebaran sampel pada tambak budidaya metode dasar dan metode apung terdiri dari 2 tambak. Pada masing-masing tambak metode dasar dan metode apung penyebaran sampel dilakukan di 3 titik lokasi yaitu inlet, tengah, dan outlet. Pengambilan sampel *Gracilaria verrucosa* serta pengukuran kualitas air dilakukan dengan selang waktu 1 minggu sebanyak 7 kali sehingga total sebanyak 49 hari dan dimulai pada hari ke-0.

Produksi rumput laut pada tambak metode dasar dari minggu ke-0 dengan penyebaran awal 50 gram sampai minggu ke-7 menjadi 328.67 gram dan produksi rumput laut pada tambak metode apung dari minggu ke-0 dengan penyebaran awal 50 gram sampai minggu ke-7 menjadi 520.67 gram. Laju pertumbuhan spesifik *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode dasar dari minggu ke-1 sampai minggu ke-7 antara berkisar 1.81 – 6.35% dan pada tambak metode apung berkisar 2.79-8.27%. Berdasarkan hasil kandungan agar-agar *Gracilaria verrucosa* selama penelitian pada tambak metode dasar dan tambak metode apung rendemen berkisar antara 19.89 – 25.27%, kadar air berkisar antara 17.44 – 18.43%, protein berkisar antara 9.96-10.88%, lemak berkisar antara 0.21-0.28%, karbohidrat 67.81-69.03%, serat kasar 3.03 – 4.44%, dan kadar abu berkisar antara 2.45-3.61%. Nilai rendemen pada tambak metode dasar sebesar 19.68%, kadar air sebesar 18.43%, protein sebesar 10.30%, lemak sebesar 0.25%, karbohidrat sebesar 68.47%, serat kasar sebesar 3.81% serta kadar abu sebesar 3.61% dan pada tambak metode apung nilai rendemen sebesar 28.27%, nilai kadar air sebesar 17.55%, protein sebesar 10.88%, lemak sebesar 0.28%, karbohidrat 69.03%, serat kasar sebesar 4.44%, dan kadar abu sebesar 2.62%. Hasil pengukuran suhu pada tambak metode dasar berkisar antara 28.33-34.33°C, pada tambak metode apung berkisar antara 29.33 – 33.33°C. pH pada tambak metode dasar dan tambak metode apung berkisar antara 7-9. Salinitas pada metode dasar berkisar antara 29-40 ppt dan tambak metode apung berkisar antara 29-40 ppt. Oksigen terlarut (DO)



pada metode dasar berkisar antara 5.38-7.85 ppm dan pada tambak metode apung berkisar antara 5.57-7.99 ppm. Hasil pengukuran nitrat pada tambak metode dasar berkisar antara 0.62-0.76 mg/l dan pada tambak metode apung berkisar antara 0.52-0.84 mg/l. Hasil pengukuran orthofosfat pada tambak metode dasar berkisar antara 0.12-0.18 mg/l dan pada tambak metode apung berkisar antara 0.11-0.15 mg/l.

Kesimpulan dari penelitian ini dengan metode penanaman yang berbeda menghasilkan produksi rumput laut, laju pertumbuhan spesifik dan kandungan agar-agar yang berbeda karena tingkat penyerapan cahaya untuk pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode apung lebih tinggi dibandingkan dengan metode dasar. Saran yang diberikan oleh Penelitian ini adalah bagi para petambak di Madura menggunakan budidaya metode apung karena sistem budidaya dengan menggunakan metode apung produksi, laju pertumbuhan, dan kandungan agar-agarnya tinggi.



## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr.Ir. Endang Yuli, MS. selaku dosen pembimbing I, yang senantiasa sabar dan telaten dalam membimbing penulis, yang selalu memberi gagasan, ide, dukungan, dan motivasi, disamping masukan-masukan yang beliau berikan untuk penulis;
2. Ibu Dr. Yuni Kilawati, S.Pi.,M.Si. selaku dosen pembimbing II, yang senantiasa dengan sabar dan telaten dalam membimbing penulis, meskipun masih banyak kekurangan yang penulis lakukan;
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Musa, MS. Selaku Dosen Penguji I dan Ibu Dr. Ir. Umi Zakiah, M.Si. Selaku Dosen Penguji II yang telah banyak memberikan keritik dan sarandalam penulisan skripsi.
4. Bapak Boni Suwanto, S.Pi. Selaku Dosen pembimbing lapang yang telah mendamping pembimbing dan yang telah memberikan arahan di lapang.
5. Keluarga tercinta, Bapa, Mama, adik berdua (Ann dan Inn), Kaka Juve yang telah memberikan motivasi terbesar selama ini;
6. Teman-teman seperjuangan (Ila, Anna, Arini, Weka, Nella, Septalya, Rofiun, Leny, Tanski Monika Damamain dan Mamski Alda da Rosa )serta teman-teman MSP 2010 yang telah banyak memberikn dukungan dan saran.
7. The Rakat Crew (Nesong, Caecilia, Riot, Tyus, Estus, Gery, Astuti, Vino dan Lindus) yang telah membantuku dalam segala hal.
8. Semua pihak yang telah membantu dan penulis tidak dapat menyebut satu persatu sehingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

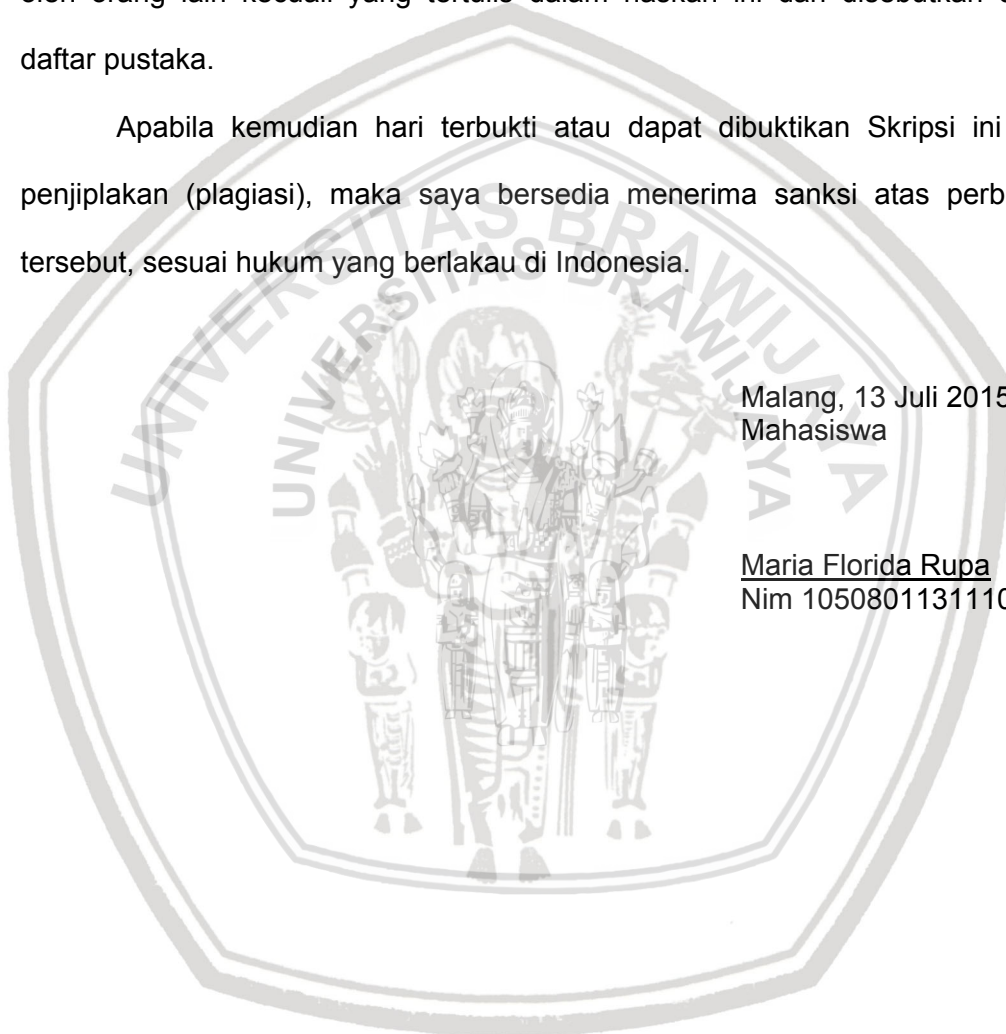
## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 13 Juli 2015  
Mahasiswa

Maria Florida Rupa  
Nim 10508011311105





## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan nikmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyajikan usulan Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Metode Penanaman Yang Berbeda Terhadap Kandungan Agar-Agar Pada Budidaya *Gracilaria verrucosa* Di Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura**”. laporan usulan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) pada Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan usulan skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan usulan skripsi ini. Penulis berharap semoga laporan usulan skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambahkan pengetahuan dan memberikan informasi bagi pihak-pihak yang berminat dan membutuhkannya.

Malang, 13 Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

|   |             |
|---|-------------|
| <b>RINGKASAN.....</b>   | <b>i</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                    | <b>iii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                       | <b>iv</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                     | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                                    | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>                                   | <b>viii</b> |
| <b>1. PENDAHULUAN.....</b>                                    | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                      | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                     | 3           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                    | 3           |
| 1.4 Kegunaan Penelitian .....                                 | 4           |
| 1.5 Waktu dan Tempat .....                                    | 4           |
| <b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                               | <b>5</b>    |
| 2.1 Rumput Laut .....   | 5           |
| 2.1.1 Morfologi Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> ..... | 5           |
| 2.1.2 Habitat dan Penyebaran Rumput Laut.....                 | 7           |
| 2.1.3 Reproduksi Rumput Laut .....                            | 8           |
| 2.2 Budidaya Rumput Laut .....                                | 8           |
| 2.3 Budidaya <i>Gracilaria verrucosa</i> .....                | 9           |
| 2.2.1 Pemilihan Lokasi .....                                  | 9           |
| 2.2.2 Kontruksi Tambak .....                                  | 10          |
| 2.2.3 Pemilihan Bibit Rumput Laut.....                        | 11          |
| 2.2.4 Perawatan Rumput Laut Selama Budidaya .....             | 12          |
| 2.2.5 Umur Panen.....   | 12          |
| 2.2.6 Penangan Pasca Panen .....                              | 13          |
| 2.4 Metode Penanaman.....                                     | 13          |
| 2.4.1 Metode Dasar ( <i>bottom method</i> ) .....             | 13          |
| 2.4.2 Metode Apung ( <i>floating method</i> ) .....           | 14          |
| 2.5 Kandungan Zat-Zat Kimia Rumput Laut .....                 | 14          |
| 2.6 Agar - Agar.....  | 15          |
| 2.6.1 Komposisi Agar-Agar .....                               | 16          |
| 2.6.2 Struktur Agar-Agar .....                                | 18          |
| 2.6.3 Ekstraksi Agar-Agar .....                               | 19          |
| 2.7 Kualitas Air .....  | 21          |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.7.1 Suhu.....  | 22        |
| 2.7.2 Kecerahan.....   | 22        |
| 2.7.3 Derajat Keasaman (pH) .....  | 23        |
| 2.7.4 Salinita .....   | 23        |
| 2.7.5 Oksigen Terlarut .....   | 24        |
| 2.7.6 Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....  | 24        |
| 2.7.7 Orthofosfat .....  | 25        |
| <b>3. MATERI DAN METODE .....</b>  | <b>26</b> |
| 3.1 Materi .....   | 26        |
| 3.2 Alat dan Bahan .....   | 26        |
| 3.3 Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan .....  | 26        |
| 3.3.1 Metode Penelitian .....  | 26        |
| 3.3.2 Rancangan Percobaan .....  | 26        |
| 3.4 Prosedur Penelitian.....   | 26        |
| 3.4.1 Persiapan Tambak.....  | 26        |
| 3.4.2 Prosedur Penanaman Rumput Laut .....   | 27        |
| 3.4.3 Pemeliharaan Rumput Laut .....   | 28        |
| 3.4.4 Pengukuran dan pengamatan Kualitaas Air.....   | 28        |
| 3.4.5 Parameter Kualitas Air .....   | 29        |
| A Parameter Fisika.....  | 29        |
| B Parameter Kimia .....  | 30        |
| 3.4.6 Prosedur Pembuatan Agar-Agar.....  | 34        |
| 3.5 Parameter Uji .....  | 36        |
| 3.5.1 Pertumbuhan dan Pertambahan Berat Rumput Laut.....   | 36        |
| 3.5.2 Kandungan Agar-Agar Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> .....  | 36        |
| 3.6 Analisa Data.....  | 39        |
| <b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   | <b>40</b> |
| 4.1 Keadaan Lokasi Penelitian .....  | 40        |
| 4.2 Keadaan Tambak di Lokasi Pengamatan .....  | 40        |
| 4.3 Sumber Air .....   | 41        |
| 4.4 Produksi dan Laju Pertumbuhan Speifik Rumput Laut Pada Tambak<br>Metode Dasar dan Tambak Metode Apung .....          | 42        |
| 4.4.1 Produksi Rumput Laut Pada Tambak Metode Dasar dan<br>Tambak Metode Apung .....                                     | 42        |
| 4.4.2 Laju Pertumbuhan Pada Tambak Metode Dasar dan Tambak<br>Metode Apung.....  | 44        |
| 4.5 Rendemen Agar-Agar Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> di Tambak<br>Metode Dasar dan Tambak Metode Apung .....   | 46        |
| 4.6 Kandungan Agar-Agar Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> Pada<br>Tambak Metode Dasar Dan Tambak Metode Apung..... | 48        |
| 4.6.1 Kadar Air .....  | 48        |
| 4.6.2 Kadar Protein .....  | 49        |



|  |           |
|--|-----------|
| 4.6.3 Kadar Lemak.....   | 50        |
| 4.6.4 Kadar Karbohidrat.....   | 51        |
| 4.6.5 Serat Kasar .....  | 53        |
| 4.6.6 Kadar Abu .....  | 54        |
| 4.7 Hasil Pengukuran Kualitas Air .....  | 55        |
| 4.7.1 Parameter Fisika .....   | 56        |
| A Suhu .....   | 56        |
| B Kecerahan .....  | 58        |
| 4.7.2 Parameter Kimia .....  | 59        |
| A Salinitas .....  | 59        |
| B Derajat Keasaman (Ph) .....  | 61        |
| C Oksigen Terlarut.....  | 63        |
| D Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....  | 65        |
| E Orthofosfat.....   | 66        |
| 4.8 Hubungan Kualita Sair dan Kandungan Agar-Agar Rumput Laut<br><i>Gracilaria verrucosa</i> ..... | 68        |
| <b>5. KEIMPULAN DAN SARAN .....</b>  | <b>69</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 69        |
| 5.2 Saran .....  | 69        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>  | <b>75</b> |

## DAFTAR TABEL

| Judul  | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kandungan Zat-Zat Kimia <i>Gracilaria</i> Di Indonesia.....                   | 15      |
| 2. Komposisi Kimia Agar-agar.....  | 17      |
| 3. Standar Mutu Agar-Agar Menurut Standar Industri Indonesia (SII) .....         | 17      |
| 4. Pengenceran Larutan Baku Nitrat.....  | 33      |
| 5. Pengenceran Larutan Baku Orthofosfat.....                                     | 33      |
| 6. Nilai Rendemen Agar-Agar Pada Penelitian.....                                 | 47      |
| 7. Analisa Proksimat Agar-Agar <i>Gracelaria verrucosa</i> Hasil Penelitian..... | 48      |
| 8. Data Kualitas Air Pada Tambak Metode Sebar Dasar.....                         | 55      |
| 9. Data Kualitas Air Pada Tambak Metode Apung.....                               | 56      |

## DAFTAR GAMBAR

| Judul   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> .....  | 6       |
| 2. Struktur Molekul Agar.....   | 18      |
| 3. Proses Pembuatan Agar-Agar .....   | 34      |
| 4. Pintu masuk air (Inlet) .....  | 42      |
| 5. Grafik Produksi Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> pada Tambak Metode Sebar Dasar dan <i>Longline</i> ..... | 43      |
| 6. Grafik Laju Pertumbuhan Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> pada Tambak Metode Sebar Dasar dan Apung.....    | 44      |
| 7. Grafik Pengukuran Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) .....  | 57      |
| 8. Grafik Pengukuran Salinitas (ppt) .....  | 60      |
| 9. Grafik Derajat Keasaman (pH) .....   | 62      |
| 10. Grafik Oksigen Terlarut (ppm) .....   | 64      |
| 11. Grafik nitrat (mg/l) .....  | 65      |
| 12. Grafik Orthofosfat (mg/l) .....   | 67      |



## DAFTAR LAMPIRAN

| Judul  | Halaman |
|--|---------|
| 1. Alat dan Bahan yang Digunakan Dalam Penelitian.....   | 75      |
| 2. Lokasi Tambak Budidaya Rumput Di Desa Pandan .....  | 76      |
| 3. Denah Tambak Budidaya Rumput Laut <i>Gracilaria verucosa</i> .....  | 77      |
| 4. Data Produksi rumput laut <i>Gracilaria verrucosa</i> di tambak Metode dasar dan tambak metode apung .....                                  | 78      |
| 5. Data Hasil Laju Pertumbuhan spesifik rumput laut <i>Gracilaria verrucosa</i> pada tambak metode dasar dan tambak metode apung .....         | 79      |
| 6. Analisa Uji T Laju Pertumbuhan Spesifik Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> Pada Tambak Metode Sebar Dasar Dan Tambak Metode Apung..... | 80      |
| 7. Analisa Uji T Rendemen Agar-Agar Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i> ...  | 83      |
| 8. Analisa Uji T Proksimat Agar-Agar <i>Gracilaria verrucosa</i> Hasil Penelitia...  | 85      |
| 9. Analisa Uji T Kualitas Air .....  | 97      |
| 10. Data Hasil Pengamatan Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) .....  | 114     |
| 11. Data Hasil Pengamatan (pH) .....   | 115     |
| 12. Data Hasil Pengamatan Salinitas (ppt) .....  | 116     |
| 13. Oksigen Terlarut (ppm) .....   | 117     |
| 14. Data Hasil Pengamatan Nitrat (ppm) .....   | 118     |
| 15. Data Hasil Pengamatan Orthofosfat (ppm) .....  | 119     |
| 16. Penimbangan Berat Rumput Laut Pada Metode Sebar Dasar dan Metode Apung.....  | 120     |
| 17. Gambar Penanaman Rumput Laut Menggunakan Metode Dasar dan Metode Apung.....  | 121     |
| 18. Analisa Uji Kandungan Agar-Agar <i>Gracilaria verrucosa</i> .....  | 122     |

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rumput laut atau alga laut (*sea weed*) merupakan tumbuhan berklorofil. Rumput laut terdiri dari banyak sel, berbentuk koloni, hidupnya bersifat bentik di daerah perairan yang dangkal, berpasir dan berlumpur (Sediadi dan Budihardjo, 2000). Alga laut termasuk dalam kelompok tanaman tingkat rendah. Struktur alga laut secara keseluruhan merupakan batang yang disebut *thallus*, seluruh tubuh rumput laut disebut thalus yang terdiri atas: *holdfast*, *stipe* dan *blade*. Bentuk akar alga laut disebut holdfast, yang berfungsi sebagai alat untuk melekat pada dasar perairan. *Stipe* mirip dengan batang pada tumbuhan tingkat tinggi yang berfungsi sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis dan penyerapan unsur hara dari air. Bagian yang menyerupai daun pada alga laut tertentu disebut dengan *blade*. Fungsi utama *blade* adalah untuk penyerapan sinar matahari dalam proses fotosintesis dan untuk reproduksi (Mamang, 2008).

Rumput laut merupakan salah satu sumberdaya pesisir yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi dan merupakan salah satu komoditas ekspor andalan yang permintaannya tinggi di pasar dunia, sehingga kemampuan produksinya harus terus ditingkatkan guna memenuhi kebutuhan konsumen yang setiap tahunnya mengalami kekurangan (Syahputra, 2005). Menurut Kordi (2011), jenis-jenis rumput laut yang mudah diperoleh di perairan Indonesia adalah marga *Eucheuma* dan *Hypnea* (penghasil karaginan), *Gracilaria* dan *Gelidium* (penghasil agar), serta *Sargassum* dan *Turbinaria* (penghasil alginat). Rumput laut penghasil karaginan (*karaginofit*) dan penghasil agar (*agarofit*) masuk ke dalam kelas *Rhodophyceae* atau alga merah, sedangkan penghasil alginat (*alginofit*) berasal dari kelas *Phaeophyceae*.

Salah satu rumput laut yang paling banyak dibudidayakan di tambak adalah jenis *Gracilaria*. Rumput laut jenis ini termasuk dalam kelas *Rhodophyceae* atau alga merah penghasil agar-agar. *Gracilaria* memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap sektor perikanan di Indonesia. *Gracilaria* merupakan salah satu *agarofit* yang memiliki nilai komersil. Keberadaan spesies ini cukup bervariasi yaitu sekitar seratusan spesies tersebar di wilayah lautan baik tropis dan subtropis. Zat agar yang dikandungnya dan produk tingkat tinggi menyebabkan spesies ini digolongkan sebagai salah satu alga merah yang sangat bernilai ekonomis tinggi (Risjani, 2004).

Keberhasilan budidaya rumput laut sangat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain ialah faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal yang dimaksud ialah metode penanaman, kualitas rumput laut dan umur panen, sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain keadaan lingkungan fisika dan kimiawi perairan. Faktor lain yang tidak kalah pentingnya sebagai lokasi pembudidayaan rumput laut yaitu faktor kemudahan, resiko (keamanan), serta konflik kepentingan (Armita, 2011).

Menurut Pratiwi dan Ismail (2004), perbedaan metode penanaman menyebabkan perolehan sinar matahari yang diterima *thallus* rumput laut menjadi berbeda, oleh sebab itu dalam pertumbuhannya rumput laut memerlukan cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis, karena rumput laut hanya dapat tumbuh pada perairan yang memiliki kedalaman tertentu dengan cahaya matahari mencapai dasar perairan. Laju fotosintesi yang meningkat menghasilkan pertumbuhan dan produksi rumput laut yang optimal.

Agar mengetahui hasil produksi rumput laut di tambak Desa Pandan, Kecamatan Galis, Kabupaten Pamekasan, Madura perlu dilakukan penelitian dengan membandingkan pengaruh metode penanaman antara bagian dasar dan



permukaan terhadap kandungan agar-agar yang dihasilkan oleh rumput laut *Gracilaria verrucosa*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Produksi *Gracilaria verrucosa* di tambak Desa Pandan saat ini masih dikembangkan secara tradisional yaitu dengan menggunakan metode dasar. Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada metode penanaman yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kandungan agar-agar. Hal ini disebabkan karena adanya intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam tambak akan berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut pada metode penanaman yang berbeda, yaitu antara bagian dasar dan permukaan.

Berdasarkan uraian tersebut diatas perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kandungan agar-agar yang dibudidayakan pada metode penanaman yang berbeda?
2. Apakah metode penanaman yang berbeda berpengaruh terhadap parameter fisika dan kimia perairan rumput laut *Gracilaria verrucosa*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang berjudul “Pengaruh Metode Penanaman Yang Berbeda Terhadap Kandungan Agar-Agar Pada Budidaya *Gracilaria verrucosa* Di Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura” adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh metode penanaman yang berbeda terhadap kandungan agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa*

2. Untuk mengetahui pengaruh parameter fisika dan kimia perairan terhadap kandungan agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang dibudidayakan pada metode penanaman yang berbeda.

#### 1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dalam penelitian ini antara lain sebagai informasi mengenai pengaruh perbedaan metode penanaman rumput laut *Gracilaria verrucosa* terhadap kandungan agar-agar yang dihasilkannya.

#### 1.6 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Tambak Desa Pandan Kecamatan Galis, Kabupaten Pamekasan, Madura. Pengukuran kualitas air dilaksanakan di Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada 1 Desember 2014 – 29 Januari 2015. Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari 2015.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2. 1 Rumput Laut

#### 2.1.1 Morfologi rumput laut *Gracilaria verrucosa*

Menurut Jana (2006) dalam Mustofa (2013), menyatakan bahwa sistematika rumput laut *Gracilaria verrucosa* dapat digolongkan sebagai berikut:



|              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| Kingdom      | : Plantae                     |
| Sub kingdom  | : Rhodoplantae                |
| Divisio      | : Rhodophyta                  |
| Sub division | : Eurhodophyta                |
| Kelas        | : Rodhophycease               |
| Ordo         | : Gigartinales                |
| Famila       | : Gracilariacease             |
| Genus        | : <i>Gracilaria</i>           |
| Spcies       | : <i>Gracilaria verrucosa</i> |

Alga dimasukkan ke dalam divisi *Thallophyta* (tumbuhan berthallus) karena memiliki struktur kerangka tubuh (morfologi) yang tidak berdaun, berbatang dan berakar, semuanya terdiri dari *thallus* (batang saja) (Aslan, 2003), (Gambar 1). Selanjutnya beberapa variasi spesies ditentukan berdasarkan pada morfologinya, anatominya, atau berdasarkan pada alat reproduksi jantan.



Gambar 1. Rumput laut *Gracillaria verrucosa* (Dokumen Pribadi).

*Gracilaria* hidup dengan jalan melekatkan diri pada substrat padat, seperti kayu, batu, karang mati dan sebagainya. Untuk melekatkan dirinya, *Gracilaria* memiliki suatu alat cengkeram berbentuk cakram yang dikenal dengan sebutan 'hold fast'. Jika dilihat secara sepintas, tumbuhan ini berbentuk rumpun, dengan tipe percabangan tidak teratur, 'dichotomous', 'alternate', 'pinnate', ataupun bentuk-bentuk percabangan yang lain (Sjafrie, 1990).

Menurut Risjani (2004), ciri-ciri genus *Gracilaria* diantaranya:

- Bentuk *thallus*nya memipih atau silindris, membentuk rumpun dengan tipe percabangan yang tidak teratur, dichotomus, alternate, pinate atau dichotomy divaricate.
- *Thallus* menyempit pada pangkal percabangan dan meruncing pada ujung-ujungnya, permukaan *thallus* halus atau berbintil-bintil.
- Sifat substansi *thallus* *Gracilaria* seperti tulang rawan (*cartillagenous*).
- Panjang *thallus* dapat mencapai 30 cm atau lebih dan diameternya berkisar antara 0,5 sampai 40 mm.

*Gracilaria verrucosa* dicirikan dengan bentuk *thallus* silndris, licin, berwarna kuning-coklat atau kuning-hijau. Percabangan berselang-seling tidak beraturan, kadang berulang-ulang memusat pada bagian pangkal. Cabang-cabang lateral



memanjang menyerupai rumput, dengan panjang sekitar 25 cm dan diameter *thallus* sekitar 0,5-15 mm. (Doty, 1985 dalam Febriko, et al 2008).

### 2.1.2 Habitat dan Penyebaran Rumput Laut

Menurut Kordi (2009), alga merah (*Rhodophyceae*) hidup di dasar perairan laut sebagai fitobentos dengan menancapkan atau melekatkan dirinya pada substrat lumpur, pasir, karang hidup, karang mati, cangkang moluska, batu vulkanik, ataupun kayu. Kedalamannya mulai dari garis pasang surut terendah sampai sekitar 40 m. namun di Laut Mediterania dijumpai alga merah pada kedalaman 130 m.

Rumput laut *Gracilaria*, ditemukan tumbuh baik di perairan payau maupun perairan pantai. Lebih dari 16 spesies rumput laut ini, ditemukan dan tumbuh diberbagai belahan dunia. Secara alam, berdasarkan habitatnya, beberapa spesies rumput laut *Gracilaria*, tumbuh pada areal pasang surut, dengan ciri lahan pasir berlumpur, perairan eutropik, temperatur tinggi dan merupakan daerah sedimentasi. Kondisi salinitas perairan juga memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan rumput laut dengan baik (Komarawidjaja, 2005).

*Gracilaria* hidup di daerah litoral dan sub litoral, sampai kedalaman tertentu, yang masih dapat dicapai oleh penetrasi cahaya matahari. Beberapa jenis hidup di perairan keruh, dekat muara sungai. *Gracilaria* hidup melekat di atas batu karang pada kedalaman 2-5 meter dan ada yang hidup di perairan payau. Daerah sebaran *Gracilaria* di Indonesia meliputi: Kepulauan Riau, Bangka, Sumatera Selatan, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Pulau Bawean, Kalimantan, Sulawesi Selatan dan Maluku (Sjafrie, 1990).

### 2.1.3 Reproduksi Rumput Laut

Menurut Cholik, *et al.* (2005), *Gracilaria* berkembang biak secara generatif maupun vegetatif. Cara generatif dilaksanakan melalui perkawinan antara gamet jantan dan gamet betina. Di alam *Gracilaria* sp dapat menghasilkan spora dan ada pula yang menghasilkan gamet. Kebutuhan bibit untuk budidaya rumput laut dapat dipenuhi dengan vegetatif (potongan *thallus*) dan generatif dengan spora. Reproduksi secara fragmentasi terjadi pada alga uniseluler yaitu dengan cara pembelahan sel sedangkan pada alga multiseluler, *thallus* akan patah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil kemudian tiap bagian tersebut akan tumbuh menjadi individu baru (Mamang, 2008).

Menurut Sjafrie (1990), dari segi anatomi reproduksi dapat dibedakan antara bentuk sporofit, gametofit dan bentuk karposporofit. Bentuk sporofit adalah tumbuhan yang memiliki kromosom diploid ( $2n$ ), gametofit adalah bentuk tumbuhan haploid ( $1n$ ), sedangkan karposporofit adalah bentuk tumbuhan haplo-diploid (sedang mengandung). Umumnya, karposporofit dapat dibedakan dari sporofit dan gametofit, karena pada permukaan *thallus* sering dijumpai tonjolan-tonjolan bulat.

### 2.2 Budidaya Rumput Laut

Menurut FAO dalam Cholik, *et al.* (2005), rumput laut *Gracilaria* sp merupakan jenis rumput laut yang mudah dibudidayakan karena kemampuannya beradaptasi terhadap perubahan lingkungan ekologis yang cukup lebar, produktif dan kandungan kadar gel yang tinggi. Di Indonesia, karena nilai ekonominya yang tinggi, rumput laut *Gracilaria* sp telah di budidayakan pada beberapa daerah khususnya di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Di Kabupaten tersebut *Gracilaria verucosa* dibudidayakan di tambak sejak tahun 1986.

Budidaya rumput laut juga telah berkembang di berbagai daerah, seperti Kepulauan Riau, Lampung, Kepulauan Seribu, Bali, Lombok, Flores, Sumba, Maluku, dan Sulawesi (Kordi, 2010).

*Gracilaria verrucosa* merupakan salah satu jenis yang sangat populer di masyarakat petani tambak Indonesia. Rumput laut ini sering dibudidayakan di daerah tambak dengan kondisi air payau. Pemanfaatan *Gracilaria verrucosa* sebagai bahan baku agar telah mengarah ke industri (Sugiyatno, 2010). Pada tataran global jenis rumput laut ini dibudidayakan tidak kurang dari 11 negara, salah satu diantaranya yang merupakan produsen terbesar adalah Chili. Negara tersebut pada tahun 1997 menghasilkan rumput laut sebanyak 107.767 ton atau sekitar 77% produksi dunia.

## 2.3 Budidaya *Gracillaria verrucosa*

### 2.3.1 Pemilihan lokasi

Menurut Suparman (2013), persyaratan lokasi yang dapat dijadikan tempat untuk budidaya *Gracillaria verrucosa* antara lain sebagai berikut:

1. Masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut dengan maksud untuk memudahkan pergantian air di dalam tambak
2. Kedalaman rata-rata 70 cm
3. Airnya jernih sehingga matahari dapat tembus kedalam tambak untuk proses fotosintesis
4. Pemasukan dan pengeluaran air mudah dilaksanakan setiap saat dibutuhkan
5. Dekat dengan sumber air tawar
6. Dasar tambak rata dan bersih

Ditambahkan oleh Cholik, *et al.* (2005), *Gracilaria* merupakan jenis rumput laut yang bersifat *euryhaline*. Hidup diperairan berpasir, berair jernih dan kadar garam antara 15-25 permil. Salinitas air tambak meningkat pada saat musim panas hingga dapat mencapai 30 permil dan menurun sampai 8 permil saat musim hujan. Maka untuk mendapatkan salinitas yang optimal diperlukan sumber air tawar maupun air laut.

### 2.3.2 Kontruksi Tambak

Ketersediaan air dalam petak pemeliharaan volumenya tetap, maka pematang petakan harus dipersiapkan sedemikian rupa agar terhindar dari kebocoran yang dapat menyebabkan perembesan air. Menurut Kordi (2012), pematang tambak harus dibuat kokoh, karena fungsi pematang tambak adalah menahan air didalam tambak. Oleh karena itu pematang harus diperbaiki setiap akan digunakan untuk budidaya. Perbaikan ini meliputi penambalan kebocoran dan meninggikan pematang.

Menurut Febriko (2008), konstruksi tambak sangat berpengaruh terhadap usaha budidaya rumput laut di tambak, konstruksi yang ideal adalah sebagai berikut :

- ✓ Luas petakan berkisar 0,5 – 1 ha dan berbentuk persegi panjang
- ✓ Dasar tambak tanah berlumpur dan sedikit berpasir
- ✓ Pintu air dua buah untuk setiap petak, yang berfungsi sebagai pintu pemasukan dan pintu pembuangan
- ✓ Kedalaman air antara 50 –60 cm
- ✓ Kontur tanah melandai 5 – 10 cm



### 2.3.3 Pemilihan Bibit Rumput Laut

Menurut Kordi dan Andi (2005), bibit yang baik merupakan salah satu faktor pendukung keberhasilan budidaya rumput laut. Bibit rumput laut dapat berasal dari alam atau dari hasil pembudidayaan. Keunggulan benih yang langsung diambil dari alam, disamping mudah dan murah pengadaannya, cocok dengan persyaratan pertumbuhan secara alami. Kekurangannya, benih sering tercampur dengan jenis rumput laut lain. Karena itu, dibutuhkan pengetahuan dan keterampilan untuk dapat memilih benih yang benar-benar menjadi tujuan budidaya. Benih yang berasal dari budidaya lebih murni karena terdiri atas satu jenis rumput laut, tetapi bermasalah dalam hal mendatangkannya.

Syahputra (2005) menyatakan bahwa pemilihan bibit dalam budidaya rumput laut merupakan hal yang sangat penting. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

- a. Bibit yang berupa stek dipilih dari tanaman yang segar, dapat diambil dari tanaman yang tumbuh secara alami ataupun dari tanaman bekas budidaya. Selain itu, bibit harus baru dan masih muda.
- b. Bibit unggul memiliki ciri bercabang banyak.
- c. Bibit sebaiknya dikumpulkan dari perairan pantai sekitar lokasi usaha budidaya dalam jumlah yang sesuai dengan luas area budidaya.
- d. Pengangkutan bibit harus dilakukan dengan hati-hati dan cermat, dimana bibit harus tetap dalam keadaan basah ataupun terendam air.
- e. Sebelum ditanam, bibit dikumpulkan pada tempat tertentu, seperti dikeranjang atau jaring yang bermata kecil. Sewaktu disimpan harus diperhatikan dengan seksama, hindari terkena bahan bakar minyak, kehujanan, dan kekeringan.

#### 2.3.4 Perawatan Rumput Laut Selama Budidaya

Hal – hal yang perlu diperhatikan selama pemeliharaan menurut Aslan (1998) adalah:

- a. Pengawasan terhadap air di tambak dilakukan sebaiknya 2 – 3 hari sekali, khususnya terhadap ketinggian air suhu, dan salinitas air.
- b. Mengusahkan kedalaman tanaman dan permukaan air laut sekitar 30 -50 cm pada musim hujan dn sekitar 40 – 80 sekitar musim kemarau.
- c. Pada musim kemarau pergantian air sering dilakukan, sedangkan pada musim hujan pergantian air dilakukan sedemikian rupa untuk menjaga salinitas tambak supaya tidak rendah.
- d. Membersihkan tanaman rumput laut dan tanaman lain atau membuang kotoran yang menempel pada tanaman.
- e. Apabila terserang gulma dan hama dapat dilakukan pemberantasan.
- f. Sampel contoh dilakukan 1 minggu sekali untuk memeriksa tanaman juga untuk mengetahui laju pertumbuhan.

#### 2.3.5 Umur Panen Rumput Laut

Yunizal dan Sediadi (2000) menyatakan bahwa sebagai bahan baku pengolahan, rumput laut harus dipanen pada umur yang tepat. Rumput laut jenis *Gracilaria* pemanenan dilakukan setelah berumur 3 bulan, sedangkan jenis *Eucheuma* dipanen setelah berumur 1,5 bulan atau lebih. Rumput laut dipanen setelah tingkat pertumbuhannya mencapai puncak yaitu beratnya mencapai  $\pm$  600 g/rumput laut. Lama pemeliharaan tergantung dari lokasi, jenis rumput laut serta metode penanaman.

Pemanenan dilakukan bila rumput laut telah mencapai berat tertentu, yaitu sekitar empat kali berat awal (dalam waktu pemeliharaan 1,5 – 4 bulan). Untuk

jenis *Eucheuma* sp dapat mencapai berat sekitar 500-600 gram, maka jenis ini sudah dapat dipanen, masa panen tergantung metode dan perawatan yang dilakukan setelah bibit ditanam (Aslan, 1998). Kadi dan Atmaja (1988) menambahkan bahwa pemanenan rumput laut dapat dilakukan sekitar 1 - 3 bulan dari saat penanaman.

### 2.3.6 Penanganan Pasca Panen

Menurut Soegiarto dan Sulistuo (1985) dalam Sjafrie (1990), perlakuan dalam proses pengolahan pasca panen rumput laut *Gracilaria* adalah sebagai berikut:

- *Gracilaria* hasil panen harus dibersihkan dari pasir dan batu sambil dipisahkan dari campuran jenis-jenis lainnya agar betul-betul murni.
- Dijemur di atas alas atau rak penjemur selama 2 - 3 hari.
- Dicuci dengan air tawar yang bersih, kemudian dibersihkan lagi.
- Dijemur kembali 1 - 2 hari hingga kering dan rumput laut kelihatan putih bersih.
- Dikemas dalam kantong plastik.

## 2.4 Metode Penanaman

Secara umum, budidaya rumput laut dilakukan dalam beberapa metode penanaman berdasarkan posisi tanaman terhadap dasar perairan, yaitu:

### 2.4.1 Metode Dasar (*bottom method*)

Penanaman dengan metode ini dilakukan dengan mengikat bibit tanaman yang telah dipotong pada karang atau balok semen, kemudian disebar pada dasar perairan. Metode dasar merupakan metode pembudidayaan rumput laut dengan menggunakan bibit dengan berat tertentu (Kamlasi, 2008).

Metode dasar adalah suatu cara penanaman rumput laut dimana bibit ditanam pada dasar perairan yang dikehendaki. Metode ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu metode dasar dengan cara tebar dan metode dasar dengan cara berkebun (Kadari, 2004).

#### **2.4.2 Metode Apung (*floating method*)/Longline**

Metode apung adalah suatu cara budidaya rumput laut dengan mempergunakan bambu/pelampung sebagai rakit dengan berbagai ukuran. Metode ini cocok untuk perairan dengan dasar terdiri dari karang yang pergerakan airnya didominasi oleh ombak (Kadari, 2004).

Metode rakit apung adalah salah satu cara/teknik budidaya rumput laut dengan menggunakan bambu/pelampung sebagai rakit dengan berbagai ukuran. Metode ini cocok untuk perairan dengan dasar perairan yang terdiri dari karang yang pergerakan airnya didominasi oleh ombak. Pada dasarnya, cara ini sama dengan cara dasar. Perbedaannya pada metode apung digunakan rakit/pelampung sebagai kerangka untuk merentangkan tali/jarring dan posisi tanaman berada di permukaan air laut mengikuti gerak gelombang (Abdan, *et al.* 2013).

### **2.5 Kandungan Zat-Zat Kimia Rumpu Laut**

Sebagai sumber gizi, rumput laut memiliki kandungan karbohidrat (gula atau *vegetable gum*), protein, sedikit lemak dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalsium. Selain itu, rumput laut juga mengandung vitamin-vitamin seperti vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, dan C; betakaroten; serta mineral, seperti kalsium, kalium, natrium, zat besi dan iodium (Anggadiredja, *et al.*, 2006).



Menurut Soegiarto *et al.* (1978), ekstrak *Rhodophyceae* mengandung bahan yang disebut agar-agar karaginan. Zat-zat tersebut adalah fikokoloid berbentuk *polysacharida*. Algin dapat diekstrak dari *Phaeophyta*. Agar-agar, karaginan dan algin merupakan zat yang cukup penting dalam dunia perdagangan dan industri. Kadar algin, agar-agar dan karaginan yang dikandung oleh rumput laut tidaklah sama, tinggi rendahnya tergantung jenisnya, bahkan juga daerah dan iklim ikut mempengaruhi kadarnya.

Beberapa jenis rumput laut mengandung protein yang cukup tinggi. Analisis *Gracillaria verrucosa* mengandung asam amino esensial lengkap dan jumlahnya relatif lebih tinggi. Dengan demikian, protein yang larut dalam alkali (*alkali soluble protein*) memiliki kualitas yang baik (Anggadiredja, *et al.*, 2006). Adapun kandungan zat-zat gizi beberapa spesies *Gracillaria* sp disajikan dalam Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Kandungan Zat-zat Kimia *Gracillaria* di Indonesia**

| Kandungan   | Spesies                    |  |                                      |  |  |
|-------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--|--|
|             | <i>Gracillaria</i><br>sp * | <i>Gracillaria</i><br><i>confervoides</i><br>* | <i>Gracillaria</i><br><i>gigas</i> * | <i>Gracillaria</i><br><i>lichenoides</i><br>** | <i>Gracillaria</i><br><i>verrucosa</i><br>** |
| Kadar air   | 19.01                      | 24.95  | 12.90                                | 13.85  | 11.60  |
| Protein     | 4.17                       | 3.14   | 7.30                                 | 22.20  | 25.35  |
| Karbohidrat | 45.59                      | 37.52  | 0.09                                 | 39.25  | 43.10  |
| Lemak       | 9.54                       | 0.52   | 4.94                                 | 01.20  | 01.50  |
| Serat kasar | 10.51                      | 9.14   | 2.50                                 | 08.20  | 07.50  |
| Abu         | 14.18                      | 15.77  | 12.54                                | 15.30  | 11.40  |

**Sumber:** \*Antoro dan Sutimantoro (1993); \*\* (Anggadiredja, *et al.*, 2006).

## 2. 6 Agar – agar

Agar-agar adalah produk rumput laut kering tidak berbentuk (*amorphous*) yang mempunyai sifat seperti gelatin, merupakan hasil ekstraksi rumput laut dari kelas *Rhodophyceae*, seperti *glacilaria* dan *gelidium*. Molekul agar-agar terdiri dari rantai linear galaktan yang merupakan polimer dari galaktosa. Dalam

menyusun senyawa agar-agar, galaktan dapat berupa rantai linear yang netral ataupun sudah terekstraksi dengan metil atau asam sulfat. Galaktan yang sebagian besar monomer galaktosanya membentuk ester dengan metil disebut agarose sedangkan galaktan yang terestekan dengan asam sulfat disebut agaropektin (Winarno 1996). Hal ini juga di kemukakan oleh Distantina *et al.* (2006), rumus molekul agar-agar adalah  $(C_{12}H_{14}O_5(OH)_4)_n$ . Sifat yang paling menonjol dari agar-agar adalah larut di dalam air panas, yang apabila didinginkan sampai suhu tertentu akan membentuk gel.

Sifat yang paling utama dari agar-agar adalah kemampuannya mengikat air. Penggunaannya dalam industri makanan diantaranya untuk mencegah bau apek, karena agar-agar mampu menghambat terjadinya retrogradasi pati, produk ikan, atau daging yang dikalengkan (mempertahankan struktur jaringan ikan/daging selama proses sterilisasi). Selain itu, agar-agar juga dapat digunakan sebagai media pertumbuhan mikroba. Dalam industri farmasi, agar-agar digunakan sebagai pembungkus atau kapsul antibiotik dan vitamin, sedangkan dalam industri kosmetik, agar-agar banyak digunakan dalam pembuatan salep, krem, *lotion*, dan lipstik (Indriawati, 2007).

Fungsi utama agar-agar adalah sebagai bahan penstabil dan pengemulsi. Beberapa industri yang memanfaatkan agar-agar: industri makanan, farmasi, kosmetik, kulit, fotografi, sebagai media pertumbuhan mikroba, dan sebagainya (Aslan, 1998). Dalam industri pangan, agar-agar banyak dijumpai dalam berbagai bentuk, baik sebagai produk utama maupun produk tambahan bagi makanan lain (*food additive*) (Yunizal, 2002).

### 2.6.1 Komposisi Agar –agar

Molekul agar-agar terdiri dari rantai linier galaktan. Galaktan adalah polimer dari galaktosa. Dalam menyusun agar-agar, galaktan dapat berupa rantai linier yang netral ataupun sudah terekstraksi dengan metal atau asam bentuk ester dengan metal disebut agrose. Sedangkan galaktan yang teresterkan dengan asam sulfat dikenal dengan agarophyte (Winarno, 1986).

*Gracillaria verrucosa* termasuk kelompok penghasil agar-agar (agarophyte). Kandungan agar-agarnya sangat beragam tergantung pada jenis dan lokasi tempat tumbuhnya dan kandungan nutrisi rumput laut bervariasi antar divisi, anatar jenis, antar bagian pada tanaman. Protein terdapat dalam jumlah sedikit dan karbohidrat terdapat dalam jumlah yang besar serta merupakan komponen penyusun dinding sel dan ruang interaseluler (Sugiarto, 1985). Komposisi kimia agar-agar per 100 gram bahan secara umum dan Standar mutu agar-agar menurut Standar Industri Indonesia disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2. Komposisi Kimia Agar-Agar**

| No. | Unsur           | Komposisi   |
|-----|-----------------|-------------|
| 1   | Air (%)         | 16 – 20     |
| 2   | Abu (%)         | 3,4 – 3,6   |
| 3   | Protein (%)     | 2,3 – 5,9   |
| 4   | Lemak (%)       | 0,3 – 0,5   |
| 5   | Karbohidrat (%) | 67,8 – 76,1 |
| 6   | Serat kasar (%) | 0,9 – 2,1   |

**Sumber:** Astawan (2007)

**Tabel 3. Standar Mutu Agar-agar Menurut Standar Industri Indonesia**

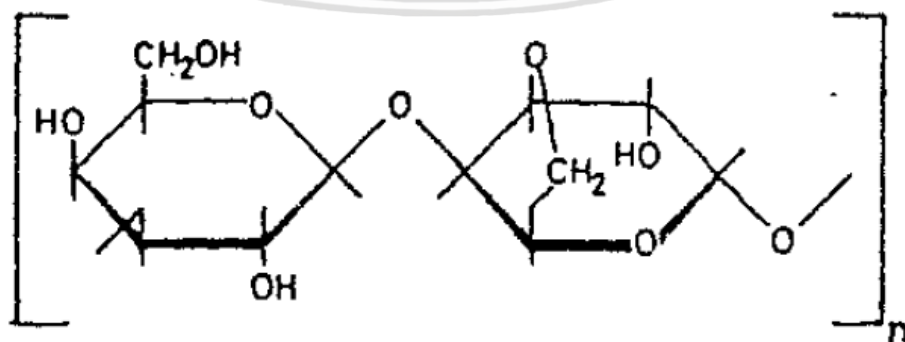
| Spesifikasi                           | Batasan   |
|---------------------------------------|-----------|
| Kadar air                             | 15-24%    |
| Kadar abu maksimum                    | < 4 %     |
| Kadar karbohidrat (galaktosa) minimum | > 30 %    |
| Kandungan logam berat (Cu, Hg, Pb)    | -         |
| Kandungan arsen                       | -         |
| Zat warna tambahan                    | Diizinkan |
| Kekenyalan                            | Baik      |

**Sumber :** Angka dan Suhartono (2000)

### 2.6.2 Struktur Agar-agar

Struktur dasar agar-gar yang disebut *agarobiose* pada dasarnya terdiri dari dua fraksi yaitu fraksi agaropektin yang bermuatan dan fraksi *agarose* yang netral (Zatnika, 1987). Alga agak berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi lainnya karena sejumlah besar polisakarida sulfatnya terakumulasi di dalam dinding sel atau daerah intraseluler. Polisakarida sulfat dari setiap alga berbeda-beda, dipengaruhi oleh karakteristik tiap jenisnya dan berguna dalam klasifikasi alga (Glicksman, 1983 *dalam* Abdullah, 2004).

*Agarose* merupakan komponen agar-agar yang bertanggung jawab atas daya gelasi aga-agar. Disamping itu, viskositas dan daya gelasi agar-agar tergantung pada produksi dan jenis rumput laut yang digunakan serta kandungan sulfat yang terdapat pada agar-agar tersebut akan mereduksi kapasitas gelaksi agar-agar. Agaropektin lebih kompleks dan mungkin tersusun atas campuran polisakarida. Agaropektin mengandung residu sulfat 3-10%. Agaropektin memiliki rantai yang hampir sama dengan rantai agarosa, tetapi beberapa residu 3,6-anhidro-L-galaktosa mungkin diganti oleh residu L-galaktosa sulfat dan terdapat pengantian sebagian dari residu D-galaktosa oleh asetat pirufat (Winarno, 1996). Adapun struktur molekul agar ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Molekul Agar (Glicksman, 1983 *dalam* Abdullah, 2004).



### 2.6.3 Ekstraksi Agar-agar

Ekstraksi agar-agar dari *Gracilaria* dilakukan dengan memanaskan rumput laut untuk memisahkan agar dan diikuti dengan pembekuan dan *thawing* yang dilakukan berulang untuk menghilangkan air. Untuk meningkatkan kekuatan gel, rumput laut mula-mula dimasak dalam alkali selama beberapa jam. Kemampuan agar-agardan *Gracilaria* untuk membentuk gel dapat ditingkatkan dalam pra-perlakuan menggunakan alkali sebelum ekstraksi (Cordover, 2007).

Jumlah air yang digunakan sebagai pengekstrak dalam proses pemasakan agar-agar bervariasi, tergantung pada jenis dan jumlah rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku. Rumput laut jenis keras, seperti *Gelidium* sp. membutuhkan air pengekstrak yang lebih banyak dibandingkan rumput laut lunak seperti *Gracilaria*. Hal ini dikarenakan untuk memecah dinding sel rumput laut yang keras dibutuhkan luas permukaan kontak antar dinding sel dengan air pengekstrak yang besar (Sukamulyo 1989).

Secara umum, proses pengolahan rumput laut menjadi tepung agar-agar meliputi pembersihan dan pencucian, pemucatan, pelenghalusan, ekstraksi, penyaringan, dan penggilingan menjadi tepung agar (Winarno, 1990).

#### a. Pembersihan dan pencucian

Rumput laut yang baru dipanen dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel seperti pasir, lumpur dan benda-benda asing lainnya. Pencucian sebaiknya dilakukan dengan air laut agar kandungan agar-agarnya tidak rusak. Sesudah dicuci, rumput laut dijemur hingga kandungan airnya 25 – 28 % (Istini *et al.*, 1986). Hal ini penting dilakukan untuk mencegah terjadinya proses fermentasi yang dapat menurunkan mutu dan kandungan koloidnya (Putro 1991).

#### b. Pemucatan

Pemucatan dilakukan untuk memperoleh rumput laut yang berwarna putih dan bersih, serta untuk meningkatkan mutu organoleptik produk agar-agar terutama pada faktor warna. Larutan yang umum digunakan sebagai pemucat adalah kapur tohor ( $\text{CaO}$ ) 0,5 % dengan lama perendaman selama 5 menit (Utomo *et al.*, 1991) dan larutan kaporit [ $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ] 0,25 % selama 4 – 6 jam (Istini *et al.*, 1986). Penggunaan kapur tohor memiliki beberapa keuntungan yaitu harga yang murah, bau yang tidak terlalu menyengat dan waktu yang dibutuhkan untuk memucatkan cukup singkat. Setelah proses perendaman dan pemucatan selesai, rumput laut dicuci untuk menghilangkan bahan pemucat yang digunakan.

c. Pemasakan

Menurut Winarno (1990), pemasakan rumput laut dilakukan dalam satu bejana dengan menggunakan air bersih sebanyak 40 kali berat rumput laut kering, dengan penambahan asam cuka 0,5% dari berat air pada suhu sekitar  $90^{\circ} - 100^{\circ}\text{C}$ . Pemasakan dilakukan sampai mendidih, rumput laut hancur dan larut menjadi bubur encer. Selama pemasakan akan terjadi penghancuran dinding sel rumput laut dan menghasilkan bentuk pasta yang merupakan campuran dari agar-agar, dinding sel rumput laut yang hancur, garam-garam mineral dan bahan non agar-agar lainnya. Proses penghancuran dinding sel rumput laut bertujuan untuk memperluas permukaan rumput laut, sehingga mempermudah proses pelarutan agar-agar (Indriani dan Suminarsih, 2003)

d. Penyaringan

Penyaringan bertujuan untuk menjernihkan cairan dengan cara membuang sejumlah partikel padat atau untuk memisahkan cairan dari bagian padat bahan pangan dengan menggunakan saringan (Fellows, 1992 *dalam* Rahmasari 2008). Setelah proses ekstraksi selesai, larutan agar-agar langsung disaring dalam

keadaan panas. Ampas hasil penyaringan dapat diekstrak kembali dengan cara ditambahkan air sebanyak 75 % dari jumlah air semula, kemudian ampas dipanaskan dan disaring. Cairan yang keluar digunakan sebagai campuran pada proses selanjutnya (Indriani dan Sumiarsih, 2003).

e. Pengeringan

Agar-agar yang telah membeku dipres untuk membuang sebagian besar air supaya proses pengeringan berjalan efisien. Pengeringan adalah proses perpindahan panas dan uap air secara simultan dengan memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan oleh media pengering yang biasanya berupa udara. Ada dua cara pengeringan yang biasa dilakukan terhadap bahan pangan, yaitu pengeringan dengan penjemuran dan pengeringan dengan alat pengering (Winarno, 1990).

f. Penghalusan

Untuk menghasilkan agar-agar bubuk, agar-agar lembaran yang sudah kering dihancurkan dengan menggunakan mesin penghancur sehingga berbentuk agar-agar yang berukuran 5 x 5 mm. agar-agar yang sudah hancur dimasukkan kedalam pembuat bubuk (*mill*) hingga diperoleh agar-agar powder yang berwarna putih (Winarno, 1990).

## 2.7 Kualitas Air

Menurut Syahputra (2008), rumput laut adalah organisme laut yang memiliki syarat-syarat lingkungan tertentu agar dapat hidup dan tumbuh dengan baik. Semakin sesuai kondisi lingkungan perairan dengan areal yang dibudidayakan, akan semakin baik pertumbuhannya dan hasil yang akan didapatkannya. Kondisi perairan sangat menentukan keberhasilan budidaya rumput laut. Pemilihan perairan yang tepat akan berdampak pada pertumbuhan

rumpul laut yang baik, begitupun sebaliknya. Berikut beberapa faktor fisika-kimia yang harus diperhatikan dalam budidaya rumput laut :

### 2.7.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor untuk menentukan kelayakan lokasi budidaya rumput laut. Suhu sangat berpengaruh untuk pertumbuhan rumput laut dalam melakukan fotosintesis dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap daya larut oksigen yang digunakan untuk respirasi organisme laut meskipun suhu tidak mematikan namun dapat menghambat pertumbuhan rumput laut. Kenaikan suhu dapat menyebabkan *thallus* rumput laut menjadi pucat kekuning-kuningan. (Khasanah, 2013).

Suhu perairan mempengaruhi laju fotosintesis. Nilai suhu perairan yang optimal untuk laju fotosintesis berbeda pada setiap jenis. Secara prinsip suhu tinggi dapat menyebabkan protein mengalami denaturasi, serta dapat merusak enzim dan membrane sel yang bersifat labil terhadap suhu yang tinggi. Pada suhu rendah, protein dan lemak membran mengalami kerusakan sebagai akibat terbentuknya Kristal di dalam sel (Nontji, 1991).

Menurut Anggradiredja, *et al.* (2006), suhu perairan yang baik untuk pertumbuhan *Gracillaria verrucosa* berkisar 20 – 28°C.

### 2.7.2 Kecerahan

Kecerahan merupakan indikator yang menunjukkan cahaya yang dapat masuk ke dalam air dan dinyatakan dengan persen (%). Cahaya yang masuk ke dalam perairan ditentukan oleh panjang gelombang dan kekeruhan. Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (turbidity air) (Kordi dan Andi, 2005). Menurut Syahputra (2008), kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya



untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami, kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktivitas fotosintesis. Seperti diketahui fotosintesis rumput laut sangat membutuhkan cahaya dan apabila aktivitas fotosintesis terganggu akan mengakibatkan pertumbuhan rumput laut yang tidak optimal.

### 2.7.3 Derajat Keasaman (pH)

Keasaman atau derajat pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Menurut Sudradjat (2008) bahwa rumput laut dapat tumbuh dengan pH antara 7,3 – 8,2.

Derajat keasaman (pH) juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonia tak terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibanding dengan amonium (Effendi, 2003).

### 2.7.4 Salinitas

Salinitas adalah ukuran total garam dalam air laut. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida, dan semua bahan organik telah dioksidasi (Hariyadi, *et al.* 1992). Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil (‰).

Salinitas perairan untuk organisme laut merupakan faktor lingkungan yang penting. Setiap organisme laut memiliki toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas untuk kelangsungan hidupnya. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmotik yang mempengaruhi keseimbangan organisme akuatik. Dinyatakan pula bahwa semakin tinggi kadar garam (salinitas) maka semakin

besar pula tekanan osmotik pada air. Selain itu salinitas juga berhubungan dengan proses osmoregulasi dalam tubuh organisme (Iksan, 2005). Menurut Aslan (1998) salinitas yang sesuai untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 31 – 35 ppt.

#### 2.7.5 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut adalah besarnya kandungan oksigen yang terlarut dalam air yang dinyatakan dalam satuan mg/L. Kelarutan oksigen di perairan dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun di air, kadar garam dan unsur-unsur yang mudah teroksidasi di dalam perairan. Semakin meningkat suhu air, kadar garam, dan tekanan gas-gas terlarut maka semakin berkurang kelarutan oksigen dalam air (Wardoyo, 1981).

Menurut Mamang (2008), oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* =DO) sangat penting karena sangat dibutuhkan oleh organisme air. Oksigen terlarut umumnya banyak dijumpai pada lapisan permukaan, oleh karena gas oksigen berasal dari udara di dekatnya melakukan pelarutan (difusi) ke dalam air. Fitoplankton juga membantu menambah jumlah kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan di waktu siang hari. Penambahan ini disebabkan oleh terlepasnya gas oksigen sebagai hasil dari fotosintesis. Oksigen dibutuhkan oleh hewan dan tanaman air, termasuk bakteri untuk respirasi.

#### 2.7.6 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan *algae*. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003). Menurut Riani (1994) dalam Alam (2011) menjelaskan bahwa kandungan dalam kadar yang

berbeda dibutuhkan oleh setiap jenis alga untuk keperluan pertumbuhan sedangkan kadar nitrat untuk mikroalga dapat tumbuh dan optimal diperlukan kandungan nitrat 0,9-3,5 mg/l. Apabila kadar nitrat dibawah 0,1 atau diatas 4,5 mg/l, merupakan faktor pembatas.

Nitrat dimanfaatkan oleh algae untuk metabolisme dengan bantuan enzim nitrat reduktase yang dihasilkannya. Masa pembentukan enzim nitrat ini memerlukan waktu yang lama, sehingga laju pengambilan nitrat sangat lambat dibandingkan dengan laju pengambilan amonia yang tidak memerlukan enzim dalam pemanfaatannya. Kadar enzim nitrat reduktase sangat rendah pada alga yang hidup pada perairan dengan konsentrasi nitrat yang rendah. Konsentrasi amonia yang tinggi dalam perairan akan menyebabkan terhambatnya pembentukan enzim nitrat reduktase pada alga. Selain nitrat dan amonia, alga dapat pula menggunakan nitrit dan hidroksil amin untuk proses metabolismenya (Iksan, 2005).

#### **2.7.7 Orthofosfat**

Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu, sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor oleh tumbuhan akuatik maupun fitoplankton (Effendi, 2003).

Menurut Syahputra (2008), fosfat merupakan faktor penting yang dibutuhkan alga untuk pertumbuhan. Umumnya fosfat diserap oleh alga dalam bentuk ortofosfat. Fosfat di laut terdapat dalam keadaan terlarut dan tersuspensi. Fosfat terlarut hampir semuanya ditentukan oleh persentase ion-ion ortoposfat yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . Hanya sedikit terdapat dalam ion  $\text{PO}_4^{2-}$  dan asam fosfat bebas.

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi

Materi dari penelitian ini adalah rumput laut *Gracilaria verucosa* dan kualitas air di tambak Desa Pandan Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode di mana variabel yang hendak diteliti (variabel terikat) kehadirannya sengaja ditimbulkan dengan manipulasi menggunakan perlakuan. Variabel yang hendak diteliti belum ada pada saat dimulai penelitian dan baru hadir setelah pemberian perlakuan dalam proses penelitian. Menurut Nazir (2005), Tujuan dari penelitian eksperimental adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental.

#### 3.4 Prosedur Penelitian

##### 3.4.1 Persiapan Tambak

Persiapan tambak sangat penting dalam menentukan keberhasilan biota budidaya karean kehidupan biota budidaya di tambak kualitas air, kualitas dasar



tambak, kondisi tambak dan pengelolaan secara benar. Beberapa kegiatan dalam persiapan tambak antara lain:

1. Membuang air tambak pada saat surut dan mengeringkan selama 3-7 hari sampai keadaan tanah dasar retak-retak sampai sedalam 1 cm
2. Mengurangi ketebalan lumpur maksimal sekitar 10-15 cm
3. Memperbaiki pematang tambak dengan cara meninggikan pematang dan pematang yang bocor dengan cara menyumbat dengan gumpulan tanah
4. Memperbaiki pintu air dengan cara bagian dasar pintu air tanahnya diratakan dan dilapisi dengan ijuk diberi saringan
5. Mengisi air tambak selama 10 hari dengan kedalaman 5-10 cm
6. Membersihkan hama yang ada didalam tambak
7. Melakukan penambahan air sampai ketinggian berkisar 50-70 cm.

#### 3.4.2 Prosedur Penanaman Rumput Laut

Menanam bibit rumput laut *Gracilaria verucosa* di tambak dengan 2 perlakuan yaitu metode dasar dan apung metode tambak.

- Prosedur penanaman rumput laut *Gracilaria verucosa* dengan metode dasar, antara lain sebagai berikut:

Rumput laut *Gracilaria verucosa* di timbang sebanyak 50 gram lalu diikat dengan tali nilon direntangkan dan diberi patok bambu dan ditancapkan pada lokasi sampling (inlet, tengah, outlet). Prosedur budidaya rumput laut untuk penanaman metode dasar dapat dilihat pada Lampiran 17 Gambar 1.

- Prosedur pananaman rumput laut *Gracilaria verucosa* dengan metode apung, antara lain sebagai berikut:

Rumput laut *Gracilaria verucosa* ditimbang sebanyak 50 gram diikat pada tali ris yang sudah disiapkan, diberi pelampung bola, direntangkan dan diberi patok bambu dan ditancapkan pada lokasi sampling (inlet, tengah, outlet). Prosedur budidaya rumput laut untuk penanaman metode apung dapat dilihat pada Lampiran 17 Gambar 2.

#### 3.4.3 Pemeliharaan Rumput Laut

1. Membuang kotoran dan tanaman pengganggu yang melekat pada rumput laut.
2. Melakukan pemberantasan hama dengan cara menangkap ikan – ikan liar dengan menggunakan waring, pancing dan jaring.
3. Melakukan pergantian air selama 3-5 jam sebelum air pasang.
4. Memberi pupuk anorganik Urea dan TSP 36 untuk pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verucosa* masing-masing berdosisi 20 kg/ha, pada saat tanaman berusia satu bulan. Pemupukan dilakukan satu musim tanam.
5. Pada umur 2 minggu pertama dilakukan pemecahan bibit dengan cara mematakan rumpun bibit yang sudah besar. Dari satu rumpun besar, bisa dipecah menjadi 3-4 bagian. Kemudian, ditebar lagi rumpun yang kecil tersebut tersebut kedalam tambak 2 minggu kemudian dipecah lagi rumpun-rumpun kecil yang mulai membesar, dan ditebar kembali. Selanjutnya, biarkan rumput tersebut hingga 1,5- 2 bulan.

#### 3.4.4 Pengukuran dan Pengamatan Kualitas Air

Pengambilan sampel kualitas air dilakukan dengan selang waktu satu minggu sebanyak 7 kali dan dimulai pada minggu ke-0. Maksud dari jarak satu minggu yang dilakukan dalam pengukuran kualitas air yaitu untuk mengetahui perubahan kualitas air. Pengambilan sampel kedua sampai kelima dilakukan dari

pertambahan berat awal rumput laut *Gracilaria verucosa*. Sedangkan pengambilan sampel rumput laut untuk pembuatan agar – agar dilakukan pada saat 49 setelah tanam.

### 3.4.5 Parameter Kualitas Air

Menurut Khasanah 2013, kondisi perairan sangat menentukan keberhasilan budidaya rumput laut. Pemilihan perairan yang tepat akan berdampak pada pertumbuhan rumput laut yang baik, begitupun sebaliknya. Faktor parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini adalah parameter fisika yaitu suhu dan kecerahan. Sedangkan parameter kimia yaitu salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), nitrat dan ortofosfat. Adapun metode pengukuran parameter kualitas air adalah sebagai berikut:

#### A. Parameter Fisika

##### 1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor untuk menentukan kelayakan lokasi budidaya rumput laut. Suhu sangat berpengaruh untuk pertumbuhan rumput laut dalam melakukan fotosintesis dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap daya larut oksigen yang digunakan untuk respirasi organisme laut meskipun suhu tidak mematikan namun dapat menghambat pertumbuhan rumput laut (Khasanah, 2013).

Menurut Blom (1988), prosedur pengukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara :

- Memasukkan thermometer ke dalam perairan sekitar 10 cm dan ditunggu sekitar 2-5 menit sampai air raksa dalam skala thermometer menunjuk atau berhenti pada skala tertentu
- Mencatat dalam skala °C

- Membaca skala pada thermometer pada saat masih dalam air dan jangan sampai tangan menyentuh thermometer.

## 2. Kecerahan

Pertumbuhan rumput laut memerlukan sinar matahari yang cukup untuk proses fotosintesis. Menurut Sudradjat (2008), lokasi budidaya rumput laut sebaiknya pada perairan yang jernih dengan tingkat kecerahan yang tinggi. Jarak pandang kedalaman dengan menggunakan alat *secchi disk* (alat pengukur kecerahan) dapat mencapai 2 – 5 m.

Menurut Blom (1988), pengukuran kecerahan dengan menggunakan alat yaitu *secchi disk* dilakukan dengan cara :

- Memasukkan atau menurunkan *secchi disk* pelan-pelan kedalam air hingga tidak terlihat pertama kali dan dicatat kedalamannya ( $d_1$ )
- Menarik pelan-pelan *secchi disk* sampai nampak pertama kali dan dicatat ke dalamannya ( $d_2$ )
- Memasukkan data yang diperoleh ke dalam rumus :

$$\text{Kecerahan (\%)} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

## B. Parameter Kimia

### 1. Derajat Keasaman (pH)

Keasaman atau derajat pH merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan alga laut, sama halnya dengan faktor-faktor lainnya. Menurut Sudradjat (2008) bahwa rumput laut dapat tumbuh dengan pH antara 7,3 – 8,2.

Menurut Paul (2003), pengukuran derajat keasaman (pH) perairan dengan menggunakan pH paper. Pengukuran pH dengan menggunakan pH paper meliputi :

- Memasukkan pH paper ke dalam air sekitar 5 menit.



- Mengkibas-kibaskan pH paper sampai setengah kering.
- Mencocokkan perubahan warna pH paper dengan kotak standar.
- Mencatat nilai pH.

## 2. Salinitas

Salinitas didefinisikan sebagai jumlah bahan padat yang terkandung dalam tiap kilogram air laut, dinyatakan dalam gram per-kilogram atau perseribu (Surtika, 1989).

Menurut Kordi (2005), adapun cara untuk mengukur salinitas dengan menggunakan refraktometer yaitu sebagai berikut:

- Mengangkat penutup kaca prisma.
- Meletakkan 1-2 tetes air yang akan diukur (air laut).
- Menutup kembali dengan hati-hati agar jangan sampai terjadi gelembung udara di permukaan kaca prisma.
- Melihat melalui kaca pengintai dan akan terlihat pada lensa nilai atau salinitas dari air yang sedang diukur.
- Membersihkan permukaan prisma setelah selesai digunakan.
- Melihat nilai salinitasnya dari air yang diukur melalui kaca pengintai.

## 3. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut sangat penting karena sangat dibutuhkan oleh organisme air. Oksigen terlarut umumnya banyak dijumpai pada lapisan permukaan, oleh karena gas oksigen berasal dari udara di dekatnya melakukan pelarutan (difusi) ke dalam air. Fitoplankton juga membantu menambah jumlah kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan di waktu siang hari. Penambahan ini disebabkan oleh terlepasnya gas oksigen sebagai hasil dari fotosintesis. Kelarutan oksigen di laut sangat penting artinya dalam mempengaruhi kesetimbangan kimia air laut

dan juga dalam kehidupan organisme. Oksigen dibutuhkan oleh hewan dan tanaman air, termasuk bakteri untuk respirasi (Mamang, 2008).

Menurut Kordi (2005), adapun cara untuk mengukur Oksigen Terlarut (DO) dengan menggunakan botol DO yaitu sebagai berikut:

- Mengukur dan mencatat volume botol DO yang akan digunakan
- Masukkan botol DO ke dalam perairan yang akan diukur oksigennya dengan perlahan-lahan dengan posisi miring dan usahakan jangan sampai terjadi gelembung udara.
- Membuka tutup botol DO yang berisi air sampel, tambahkan 2 ml  $\text{MnSO}_4$  dan 2 ml  $\text{NaOH} + \text{KI}$ , lalu dibolak-balik  $\pm 30$  menit sampai endapan coklat.
- Membuang air yang bening di atas endapan kemudian endapan yang tersisa diberi 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan kocok sampai endapan larut
- Memberi 3-4 tetes Amylum lalu dititrasikan dengan Na-thiosulfat 0,025 N sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali
- Mencatat ml Na-thiosulfat yang terpakai (titran)
- Menghitung DO (mg/l) = 
$$\frac{v (\text{titran}) \times N (\text{titran}) \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$
  
Keterangan : v = volume titran  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$   
V = volume botol DO  
N = normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,025.

#### 4. Nitrat

Effendi (2003), menjelaskan bahwa nitrat adalah bentuk nitrogen utama dalam perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan stabil. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Pengukuran nitrat menurut Hariyadi, *et al.* (1992), dapat dilakukan dengan cara :

- Menyiapkan larutan standar pembanding seperti berikut

**Tabel 4. Pengenceran Larutan Baku Nitrat**

| Larutan standar nitrat(ppm) | Larutkan menjadi(ml) | Nitrat-N yang dikandung(ppm) |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------|
| 0,1                         | 10                   | 0,05                         |
| 0,2                         | 10                   | 0,10                         |
| 0,5                         | 10                   | 0,25                         |
| 1,0                         | 10                   | 0,50                         |
| 1,5                         | 10                   | 0,75                         |
| 2,0                         | 10                   | 1,00                         |

- Menyaring 25-50 ml air sampel dan tuangkan kedalam cawan porselin
- Menguapkan diatas pemanas air sampai kering
- Mendinginkan dan menambahkan 2 ml asam fenol disulfonik, aduk dengan pengaduk gelas
- Mengencerkan dengan 20-30 ml aquades
- Menambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (1-1) sampai terbentuk warna
- Mengencerkan dengan aquades sampai 100 ml
- Memasukkan dalam tabung reaksi
- Membandingkan dengan larutan standar pembanding yang telah dibuat, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (dengan panjang gelombang 400-450  $\mu\text{m}$ ).

## 5. Orthofosfat

Effendi (2003) menjelaskan, fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan alga aquatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Pengukuran fosfat menurut Hariyadi *et al.* (1992), dapat dilakukan dengan cara :

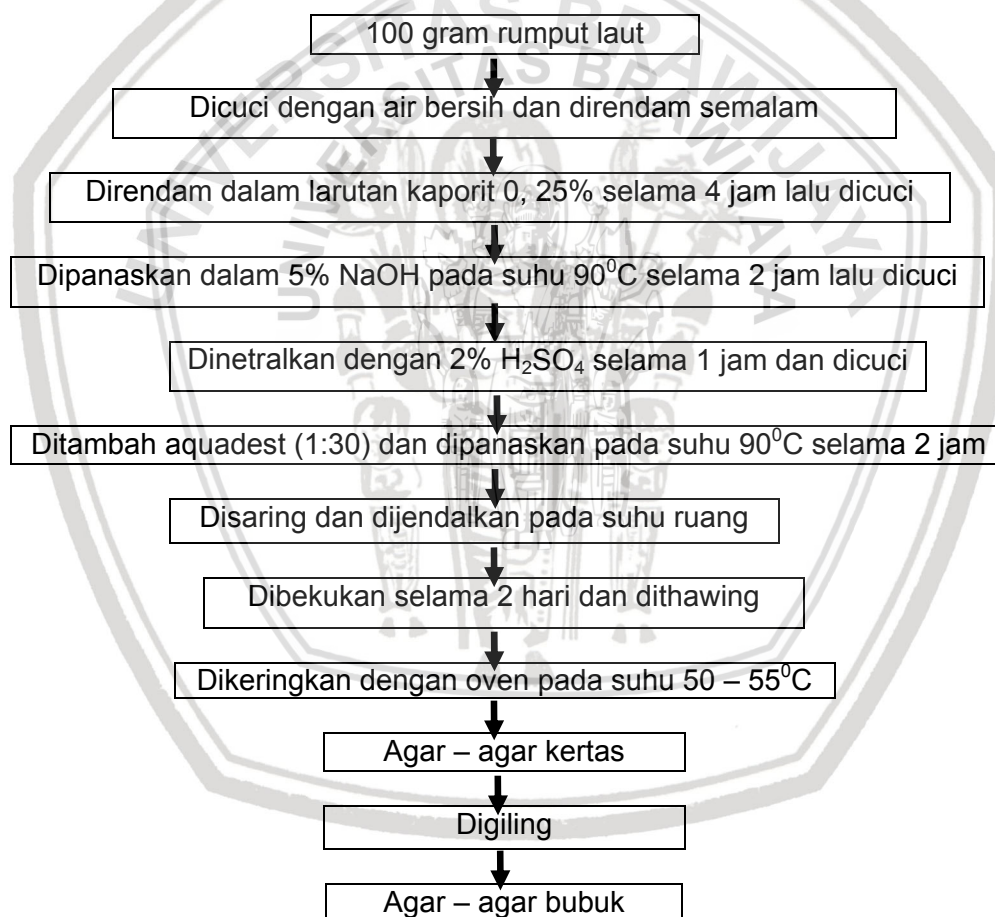
- Membuat larutan standar phosfat sebagai berikut :

**Tabel 5. Pengenceran Larutan Baku Orthofosfat**

| Larutan 5 ppm fosfat (ml) | Aquadest (ml) | Kadar fosfat (ppm) |
|---------------------------|---------------|--------------------|
| 0,50                      | 25            | 0,10               |
| 1,25                      | 25            | 0,25               |
| 2,50                      | 25            | 0,50               |
| 3,75                      | 25            | 0,75               |
| 5,00                      | 25            | 1,00               |

- Menambahkan 1 ml ammonium molybdate kedalam masing-masing larutan standar yang telah dibuat dan mengaduknya sampai larutan tercampur
- Menambahkan 5 tetes larutan  $\text{SnCl}_2$  dan kocok. Warna biru akan timbul (10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfornya
- Mengukur air sampel dan larutan standar dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 690 nm.

### 3.3.6 Proses Pembuatan Agar-Agar



Gambar 3. Proses Pembuatan Agar-agar (Praibon, *et al.*, 2006)



1. Pencucian

Rumput laut dicuci lalu direndam semalam, dicuci kembali sampai bersih kemudian ditiriskan selanjutnya rumput laut direndam dalam larutan kaporit 0,25% selama 4 jam dan dicuci sampai bersih.

2. Pengkondisian suasana basa

Rumput laut direbus dengan 5% NaOH pada suhu 90°C selama 2 jam kemudian dicuci dengan aquadest sampai tidak ada basa yang tersisa (pH 7).

3. Pengasaman

Rumput laut direndam dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2% selama 15 menit kemudian dicuci sampai benar-benar bersih (pH 7).

4. Perebusan dan penyaringan

Perebusan dilakukan dengan air aquadest menggunakan perbandingan bahan : air aquadest (1:30) dengan diaduk secara koninyu kemudian disaring filtratnya.

5. Pemadatan

Filtrat dalam keadaan panas dituang kedalam loyang dan dibekukan dalam freezer dengan suhu kurang lebih -5°C.

6. *Thawing*

Setelah agar-agar dibekukan selama 2 hari kemudian *dithawing* dengan air mengalir selama 30 menit untuk memisahkan antara agar-agar yang terkandung dengan air.

7. Pengepresan

Setelah *dithawing* kemudian dilakukan pengepresan dengan kain saring untuk mengeluarkan air di dalam agar-agar. Pengepresan dihentikan jika lembaran agar-agar sudah kucup tipis.

8. Pengeringan

Lembaran agar-agar sudah tipis dikeringkan dengan alat pengering (oven) dengan suhu 55°C selama kurang lebih 6 jam.

9. Penggilingan

Agar-agar yang sudah kering kemudian dihancurkan dengan blender dan diayak dengan ayakan.

### 3.5 Parameter Uji

#### 3.5.1 Pertumbuhan dan Pertambahan Berat Rumput Laut

Teknik perhitungan pertambahan berat rumput laut *Gracilaria verucosa* yaitu dengan menggunakan rumus pertambahan berat per hari. Penentuan pertambahan berat harian menggunakan satuan yang digunakan untuk mengukur besarnya pertumbuhan adalah pertambahan berat per hari (Syaputra, 2008), yaitu :

$$G = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t_t - t_o} \times 100\%$$

Keterangan :

- G : laju pertumbuhan harian tanaman uji (%)
- Wt : berat tanaman uji pada akhir penelitian (gram)
- Wo : berat tanaman uji pada awal penelitian (gram)
- tt : umur tanaman uji sampai akhir penelitian (hari)
- to : umur tanaman uji pada awal penelitian (hari)

#### 3.5.2 Kandungan Agar-Agar Rumput Laut *Gracilaria verucosa*

Parameter uji untuk kandungan agar-agar meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, protein, lemak, karbohidrat dan serat kasar.

a. Rendemen

Rendemen adalah berat akhir agar yang diperoleh dari ekstraksi rumput laut. Prinsip kerja uji rendemen agar-agar ini dengan membandingkan berat akhir sampel dengan berat awal sampel sebelum diekstraksi. Perhitungan rendemen diperoleh dari rumus berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir agar}}{\text{Berat awal rumput laut}} \times 100\%$$

b. Kadar Air (Sudarmaji, *et al*, 1989)

Tujuan dari analisa kadar air ini adalah untuk mengetahui kandungan air yang terkandung dalam tepung agar-agar hasil pengeringan. Kadar air dihitung berdasarkan kehilangan berat setelah pemanasan. Persentase kadar air adalah kehilangan berat dibagi dengan berat sampel mula-mula. Perhitungan kadar air berdasarkan pada rumus:

$$\text{Kadar Air} = \frac{E - C}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Berat Awal Sampel

B = Berat Botol Timbang + Sampel

C = Berat Botol Timbang + Sampel Setelah Dioven

c. Kadar Abu (Sudarmaji, *et al*, 1989)

Tujuan dari analisa kadar abu ini adalah untuk mengetahui kandungan abu yang terkandung dalam agar-agar hasil ekstraksi. Perhitungan kadar abu hasil analisis berdasarkan pada rumus:

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat Kurs Porselen}}{\text{Berat Sampel Agar}} \times 100\%$$

### 3.6 Analisis Data

Uji-t (t-test) merupakan statistik uji yang sering kali ditemui dalam masalah-masalah praktis statistika. Uji-t termasuk dalam golongan statistika parametrik. Statistik uji ini digunakan dalam pengujian hipotesis (Deni, 2007). Uji-t dalam penelitian ini digunakan untuk membandingkan budidaya yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada metode dasar dan metode apung dilakukan analisis data dengan membandingkan t-hitung dengan t-tabel 5% dan 1%.

Langkah perhitungan untuk analisis data dengan menggunakan uji-t, Kusriningrum (2008) adalah:

1. Perhitungan standar deviasi adalah akar dari jumlah kuadrat X rata-rata dibagi dengan jumlah pengamatan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Standar Deviasi (SD)} = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Keterangan :

$\sum (x_1 - \bar{x})^2$  : jumlah kuadrat X rata-rata  
 $n - 1$  : derajat bebas

2. Kemudian menggunakan rumus uji-t :

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$SP = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{Df}}$$

Keterangan :

$n_1$  atau  $n_2$  = jumlah sampel kelompok 1 atau 2

$S_1$  atau  $S_2$  = standar deviasi sampel kelompok 1 dan 2



Hasil yang telah diperoleh selanjutnya dianalisa dengan menggunakan t-tabel dengan selang kepercayaan 95% untuk menarik kesimpulan dari hipotesa yang telah diduga di awal penelitian.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Pandaan, Kecamatan Galis, Kabupaten Pamekasan Madura. Luas Wilayah Desa Pandaan 836,892 ha. Jarak dari ibu kota ke kecamatan 5 km, dari ibu kota kabupaten 12 km, dan jarak dari ibu kota provinsi 140 km. Lokasi wilayah ini termasuk pada dataran rendah, dimana sebagian wilayah sebelah utara termasuk wilayah dataran tinggi dan sebagian wilayah sebelah selatan termasuk wilayah dataran rendah. Transportasi dari desa pandaan ke kecamatan dapat dicapai dengan kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat.

Secara geografis desa pandaan (Lampiran 2) berbatasan dengan :

- Sebelah Utara dengan Desa Galis
- Sebelah Selatan dengan Desa Pademawu
- Sebelah Barat dengan Desa Konang
- Sebelah Timur dengan Desa Lembung

### 4.2 Keadaan Tambak Lokasi Budidaya Rumput Laut

Lahan yang terpakai total luasannya baru sekitar 1.213 ha yang dibagi tiga nama yaitu Bozm 1, 2 dan 3. Pada Bozm 1 dan 2, konstruksinya sebagian tambak tanggul atau galengannya berdinding sasak bambu yang di anyam, menggunakan tiang atau pancong bambu, sebagian lagi hanya galengan atau tanggul tanah saja. Jumlah petakan Bomz 1 dan 2 ada 52 petakan tambak dengan luas sekitar  $\pm$  5-6 ha. Tambak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pada Bomz 3, yang terdiri dari 11 petak tambak dengan luas  $\pm$  2-8 ha. Pada

Bozm 3 ada 11 petak tambak, 10 petak tambak dengan luas 2-3 ha dan 1 petak tambak dengan luasan 8 ha. Akan tetapi tambak yang digunakan dalam penelitian ini hanya 2 petak tambak dengan luas yang sama yaitu  $\pm 2$  ha/petak untuk budidaya rumput laut dengan metode dasar dan metode apung. Masing-masing metode budidaya digunakan 1 petak tambak dan tiap petak tambak terdiri dari 3 titik yaitu inlet, pelataran (tengah), dan outlet. Model tambak Kecamatan Galis dapat dilihat pada Lampiran 3. Kedalaman tambak atau petakannya rata-rata 50-70 cm.

#### 4.3 Sumber Air

Sumber air tambak berasal dari aliran sungai air tawar yang dimasuki air laut, pada saat air laut pasang. Namun aliran sungai tersebut apabila di musim kemarau tidak dialiri air tawar. Sungai tersebut bisa dikatakan jalan pembuangan air tawar pada saat musim penghujan. Cara memasukan air dalam tambak yaitu pada saat air laut pasang. Setelah air laut surut, pintu pemasukan (inlet) pada tambak di tutup, hal ini di lakukan guna menjaga agar air yang sudah masuk kedalam tambak tidak keluar kembali. Air yang masuk ke tambak, awalnya melewati saluran terlebih dahulu. Air tidak di tampung terlebih dahulu dalam tandon, air hanya melewati saluran pintu air yang kemudian langsung masuk pada tambak yang dilengkapi saringan terlebih dahulu dengan tujuan mengurangi sampah dan kotoran agar tidak langsung masuk ke dalam tambak. Pintu masuk air menggunakan papan sebagai penutupnya, hal ini dilakukan agar pengoperasiannya mudah. Pintu air sebagai inlet dan outlet terletak pada sisi petakan, dimana kita menggunakannya melihat kondisi lapangan, jadi inlet dan outlet itu berfungsi sama, baik inlet bisa gunakan sebagai outlet dan sebaliknya. Dapat dilihat pada Gambar 4, berikut adalah :



Gambar 4. Pintu Masuk Air (Inlet )

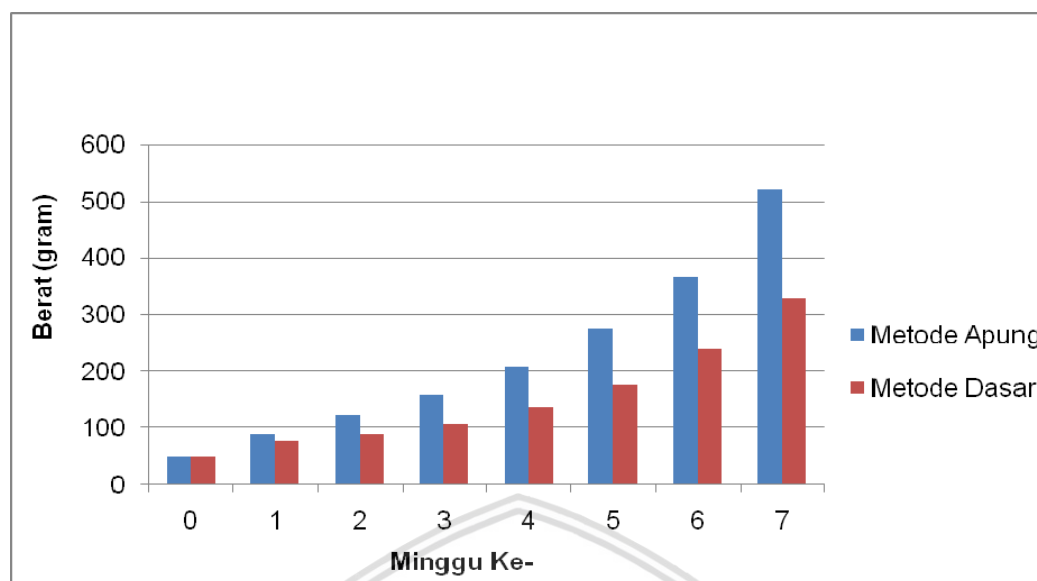
#### 4.4 Produksi Dan Laju Pertumbuhan Spesifik *Gracilaria verrucosa* Pada Tambak Metode Dasar dan Tamabk Metode Apung

Pada penelitian ini untuk memperoleh hasil budidaya yang maksimal dalam budidaya rumput laut maka perlu adanya pengkajian yang intensif meliputi produksi dan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* dan batas-batas pertumbuhan yang mencakup kemampuan sumber daya alam dan daya dukung lingkungan.

##### 4.4.1 Produksi *Gracilaria verrucosa* Pada Tambak Metode Dasar dan Tamabak Metode Apung

Hasil produksi *Gracilaria verrucosa* yang dilakukan selama 7 minggu dimulai dari minggu ke-0 dengan selang waktu 1 minggu dapat dilihat pada Lampiran 4. Adapun grafik produksi *Gracilaria verrucosa* dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Grafik Produksi *Gracilaria verrucosa* pada Tambak Metode Dasar dan Metode Apung

Berat awal penanaman rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak dasar 50 gram sampai minggu ke-7 menjadi 328.67 gram. Pada tambak metode apung berat awal penanaman rumput laut *Gracilaria verrucosa* 50 gram menjadi 520.67 gram sampai minggu ke-7. Sehingga produksi rumput laut di tambak metode apung lebih besar dari tambak metode dasar.

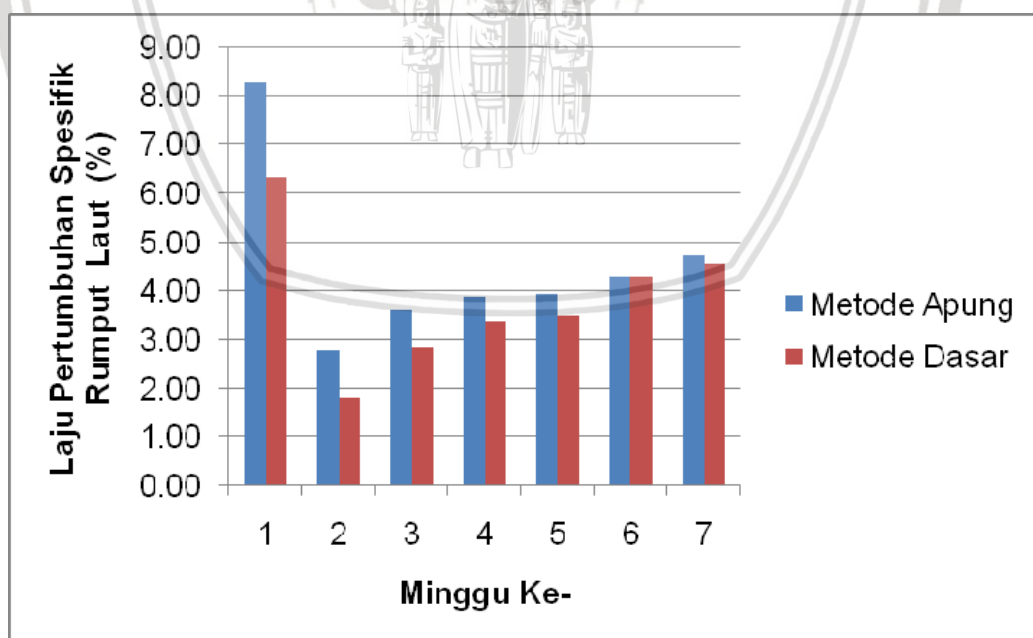
Hal ini karena pada tambak metode apung intensitas cahaya matahari yang diterima rumput laut lebih besar dibandingkan dengan metode dasar. Sedangkan untuk hasil produksi metode dasar rendah karena kurangnya intensitas cahaya matahari yang diterima rumput laut yang rimbun, selain itu rumput laut yang tumbuh didasar kurang mendapat pergerakan air sehingga *thallus* rumput laut pada metode dasar tertutup oleh lumpur dan kotoran lain, serta zat hara yang diterima kurang yang mengakibatkan pertumbuhan rumput laut terhambat. Hal ini sesuai pernyataan Kordi (2012), bahwa tanaman yang menempel pada rumput laut segera dibersihkan sehingga dapat menghalangi

sinar matahari yang masuk ke dalam tambak sehingga menghambat pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa*.

Pertumbuhan dan produksi rumput laut juga ditentukan oleh lingkungan tempat hidupnya. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, pH, salinitas dan nutrisi berkorelasi dengan pertumbuhan, fotosintesis, dan respirasi rumput laut. Faktor lingkungan yang sesuai akan menghasilkan laju pertumbuhan yang maksimal (Insan, *et al.*, 2013).

#### 4.4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* pada Tambak Metode Dasar dan Tambak Metode Apung

Hasil penelitian laju pertumbuhan spesifik *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode dasar dan tambak metode apung yang dilakukan selama 7 minggu dimulai dari minggu ke-0 dengan selang waktu 1 minggu dapat dilihat pada Lampiran 5. Adapun grafik produksi rumput laut *Gracilaria verrucosa* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Grafik Laju Pertumbuhan Spesifik Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* pada Tambak Metode Dasar dan Metode Apung

Berdasarkan hasil pengukuran laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada metode dasar berkisar antara 1.81% - 6.35% sedangkan laju pertumbuhan spesifik *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode apung dari minggu ke-1 sampai ke-7 berkisar 2.79% - 8.27%. Tingginya laju pertumbuhan spesifik pada tambak metode dasar dan tambak metode apung minggu ke-1 dikarenakan rumput laut masih mampu beradaptasi dengan lingkungannya serta ketersediaan nutrient yang masih terpenuhi. Namun pada minggu ke-2 laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* mengalami penurunan dikarenakan proses fotosintesis terhambat. Terhambatnya proses fotosintesis disebabkan curah hujan yang tinggi sehingga tidak ada cahaya matahari. Proses fotosintesis terjadi bila ada cahaya matahari atau pada kondisi cerah. Pada minggu ke-3 sampai minggu ke-7 laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode apung dan dasar mengalami kenaikan dikarenakan proses fotosintesis berlangsung secara optimal karena kondisi cerah. Berdasarkan pernyataan Yanti (2007), meningkatnya laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* dikarenakan adanya pergantian air sehingga kotoran yang menempel pada thallus dapat hilang dan nutrien yang dibutuhkan dapat terpenuhi.

Laju pertumbuhan spesifik jenis rumput laut *Gracilaria verrucosa* tergantung pada keadaan lingkungannya. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut adalah salinitas, suhu, arus, kecerahan dan kesuburan perairan, khususnya kadar nitrat dan fosfat. Kondisi lingkungan yang baik, laju pertumbuhan rumput laut ini cukup cepat. Selama pemeliharaan 5-6 minggu penanaman dapat dipanen sekitar satu ton rumput laut kering dari areal tanam seluas satu hektar. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air dan lingkungan sekitarnya sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput

laut (Cholik, *et al.* 2005). Pemeliharaan rumput laut di tambak dilakukan 2-2,5 bulan. Laju pertumbuhan yang dianggap menguntungkan diatas 3,00-5,76% pertambahan berat/hari (Kordi, 2012).

Berdasarkan hasil laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung 6.548 dan t tabel 1.683, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 6. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t maka laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda. Laju pertumbuhan spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada budidaya metode apung lebih cepat dibandingkan dengan budidaya metode dasar. Hal ini karena pada tambak metode apung pertumbuhannya sangat tinggi karena asupan sinar matahari yang diterima rumput laut lebih besar dibandingkan dengan metode dasar. Laju pertumbuhan selain di pengaruhi oleh intensitas cahaya juga dipengaruhi oleh nutrisi dimana nutrisi dapat meningkatkan ataupun menghambat pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*.

#### 4.5 Rendemen Agar-Agar Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Tambak Metode Dasar dan Tambak Metode Apung

Rendemen merupakan salah satu parameter penting dalam menilai efektif tidaknya proses pembuatan agar-agar. Efektif dan efisiennya proses ekstraksi bahan baku untuk pembuatan agar-agar dapat dilihat dari nilai rendemen yang dihasilkan. Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui persentasi agar-agar yang dihasilkan dari rumput laut kering yang digunakan berdasarkan metode penanaman. Data rendemen agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode dasar dan tambak metode apung selama penelitian disajikan pada Tabel 6.



Tabel 6. Nilai Rendemen Agar-Agar Pada Tambak Metode Dasar Dan Tambak Metode Apung

| Metode Penanaman | Rendemen (%) | Sumber Pemandangan   |
|------------------|--------------|--|
| Dasar – Inlet    | 19.89        | Menurut Utomo <i>et al.</i> (1991) rendemen agar-agar <i>Gracilaria verrucosa</i> berkisar antara 20-25% |
| Dasar – Tengah   | 21.56        |  |
| Dasar – Outhlet  | 20.68        |  |
| Apung – inlet    | 23.06        |  |
| Apung - Tengah   | 24.32        |  |
| Apung – Outlet   | 25.27        |  |

Menurut Tabel 6. di atas kisaran rendemen agar-agar pada tambak metode dasar dan tambak metode apung berkisar antara 19.89 – 25.27%. Nilai rendemen tertinggi diperoleh pada tambak metode dasar sebesar 19.89%. Berdasarkan hasil rendemen agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung 13.150 dan t tabel 2.353, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 7. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu rendemen rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda.

Hal ini karena pada metode apung intensitas cahaya cukup tinggi. Fotosintesis akan meningkat pada intensitas yang tinggi. Suhu pada metode apung berkisar antara 29.33°C hingga 34.33°C. pH dan salinitas pada perairan berkisar antara 7-9 dan 29-40 ppt. Tinggi dan rendahnya nilai rendemen agar-agar dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yaitu suhu, cahaya, pH, dan nutrient yang menunjang pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Sesuai dengan pernyataan Winarno (1990), tinggi rendahnya rendemen dipengaruhi oleh jenis rumput laut, kondisi tempat tumbuh, habitat, intensitas cahaya, besar kecilnya ombak, arus, nutrisi perairan, iklim, dan metode ekstraksi. Metode apung memiliki nilai rendemen tertinggi karena pada metode apung intensitas cahaya yang masuk sangat bagus sehingga pertumbuhan rumput laut tinggi.

#### 4.6 Kandungan Agar-Agar Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* pada Tambak Metode Dasar dan Tambak Metode Apung

Hasil pengukuran kandungan agar-agar *Gracilaria verrucosa* di tambak budidaya metode dasar dan tambak budidaya metode apung meliputi rendemen, kadar air, protein, lemak, karbohidrat, serat kasar, dan kadar abu. Data kandungan agar-agar *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode dasar dan tambak metode apung selama penelitian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisa Kandungan Agar-Agar *Gracilaria verrucosa* Hasil Penelitian

| No | Jenis Analisis (dalam %) | Metode Apung |        |        | Rata - rata | Metode Dasar |        |        | Rata - rata |
|----|--------------------------|--------------|--------|--------|-------------|--------------|--------|--------|-------------|
|    |                          | Inlet        | Tengah | Outlet |             | Inlet        | Tengah | Outlet |             |
| 1  | Kadar air                | 17.55        | 17.48  | 17.44  | 17.49       | 17.82        | 18.43  | 17.80  | 18.02       |
| 2  | Protein                  | 10.55        | 10.84  | 10.88  | 10.76       | 10.11        | 9.96   | 10.30  | 10.12       |
| 3  | Lemak                    | 0.28         | 0.26   | 0.25   | 0.26        | 0.21         | 0.25   | 0.22   | 0.23        |
| 4  | Karbohidrat              | 69.03        | 68.97  | 68.81  | 68.94       | 68.47        | 67.81  | 68.07  | 68.12       |
| 5  | Serat Kasar              | 4.44         | 4.28   | 4.33   | 4.35        | 3.63         | 3.81   | 3.03   | 3.49        |
| 6  | Kadar Abu                | 2.59         | 2.45   | 2.62   | 2.25        | 3.39         | 3.55   | 3.61   | 3.52        |

##### 4.6.1 Kadar Air

Nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 17.44 – 18.43 %. Nilai tertinggi diperoleh dari tambak metode dasar yaitu sebesar 18.43 %, sedangkan nilai kadar air terendah pada tambak metode apung yaitu sebesar 17.44%. Nilai kadar air pada metode dasar lebih tinggi karena pada metode dasar rendahnya asupan cahaya matahari yang masuk kedalam perairan sehingga kandungan air yang terkandung dalam rumput laut rendah sedangkan pada metode apung kadar airnya tinggi karena asupan sinar matahari yang masuk ke dalam air tinggi sehingga kadar airnya tinggi. Akan tetapi, hasil ini menunjukkan bahwa kadar air yang diperoleh pada penelitian masih memenuhi Standar Industri Indonesia agar-agar yang ditentukan. Jumlah dan kualitas kadar

air agar-agar pada penelitian ini di pengaruhi oleh umur rumput laut, cahaya, nutrien, suhu dan salinitas perairan.

Berdasarkan hasil kadar air agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung -7.524 dan t tabel 2.353, maka t-hitung < t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 8. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu kadar air rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung tidak berbeda. kadar air agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada budidaya metode dasar lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya metode apung.

Pengujian kadar air dimaksudkan untuk mengetahui kandungan air dalam agar-agar. Kadar air sangat berpengaruh terhadap daya simpan, karena erat kaitannya dengan aktivitas mikrobiologi yang terjadi selama agar-agar tersebut disimpan. Winarno (1990) menyatakan bahwa kadar air merupakan karakteristik yang sangat berpengaruh terhadap bahan makanan, tekstur, dan cita rasa makanan. Kadar air tinggi mengakibatkan bakteri, kapang, dan khamir mudah tumbuh sehingga akan terjadi perubahan pada agar-agar.

#### 4.6.2 Kadar Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh karena disamping berfungsi sebagai sumber energi, juga dapat berfungsi sebagai zat pembangun dan zat pengatur (Winarno,1990). Nilai kadar protein yang dihasilkan pada penelitian pengaruh metode penanaman berkisar antara 9.96-10.88%. Nilai terendah diperoleh dari tambak metode dasar yaitu sebesar 9.96%, sedangkan nilai kadar air tertinggi pada tambak metode apung yaitu sebesar 10.88%.

Berdasarkan hasil kadar protein agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-

hitung 6.786 dan t tabel 2.353, maka  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ , perhitungan disajikan pada Lampiran 8. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu kadar protein agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda. Kadar protein agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada budidaya metode apung lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya metode dasar. Beberapa jenis rumput laut mengandung protein yang cukup tinggi. Analisis *Gracilaria verrucosa* mengandung asam amino esensial lengkap dan jumlahnya relatif lebih tinggi (Anggadiredja, *et al.*, 2006).

Kadar protein agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang dihasilkan di tambak metode apung lebih tinggi dari pada tambak metode dasar. Hal ini karena pada tambak metode apung intensitas cahaya matahari yang diterima rumput laut lebih besar dibandingkan dengan metode dasar sehingga kadar protein tinggi. Sedangkan untuk kadar protein metode dasar rendah karena kurangnya intensitas cahaya matahari yang diterima dan kurang baiknya pergerakan air sehingga *thallus* rumput laut pada metode dasar tertutup oleh endapan yang mengakibatkan rendahnya kadar protein. Menurut pendapat Yunizal (2002), menyatakan bahwa komposisi kimia pada rumput laut bervariasi menurut spesies dan tempat hidup rumput laut.

#### 4.6.3 Kadar Lemak

Lemak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia, dimana lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Satu gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal (Winarno, 1992). Nilai kadar lemak yang dihasilkan pada penelitian metode penanaman berkisar antara 0.21 – 0.28%. Nilai kadar lemak terendah diperoleh



dari tambak metode dasar yaitu sebesar 0.21%, sedangkan nilai kadar lemak tertinggi pada tambak metode apung yaitu sebesar 0.28%. Tinggi rendahnya lemak disebabkan karena protein pada agar-agar rumput laut tinggi sehingga mampu menyelubungi lemak sehingga tidak terlepas.

Berdasarkan hasil kadar lemak agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung 4 dan t tabel 2.353, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 8. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu kadar lemak rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda.

Kadar lemak yang dihasilkan dalam penelitian ini sesuai dengan kisaran kadar lemak yang dihasilkan dalam penelitian Astawan (2007). Komposisi kimia pada rumput laut bervariasi menurut spesies dan tempat hidup rumput laut (Yunizal, 2002). Tempat hidup rumput laut pada penelitian ini tergolong bagus untuk budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa*.

#### 4.6.4 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu kelompok utama senyawa kimia dalam bahan makanan selain protein dan lemak. Jenis karbohidrat di alam sangat beragam baik yang digunakan sebagai bahan makanan maupun jenis karbohidrat yang tidak untuk dimakan. Karbohidrat dalam bahan makanan ditemukan sebagai amilum atau pati, dimana pati yang jika diekstrak dengan air panas akan membentuk larutan koloid keruh atau dispersi (Poedjiadi 1994). Karbohidrat juga merupakan pusat metabolisme tanaman hijau dan organisme fotosintetik lainnya yang menggunakan energi matahari untuk melakukan sintesa karbohidrat dari karbondioksida yang tidak larut dan berperan sebagai unsur

struktural dan penyangga di dalam dinding bakteri dan tanaman (Indrawati, 2007).

Nilai kadar karbohidrat yang dihasilkan pada penelitian metode penanaman berkisar antara 67.81 – 69.03%. Nilai kadar karbohidrat tertinggi diperoleh dari tambak metode apung yaitu sebesar 69.03%, sedangkan nilai kadar karbohidrat terendah pada tambak metode dasar yaitu sebesar 67.81%. Akan tetapi, hasil ini menunjukkan bahwa kadar karbohidrat yang diperoleh pada penelitian masih memenuhi Standar Industri Indonesia agar-agar yang ditentukan yaitu > 30%. Jumlah dan kualitas kadar karbohidrat agar-agar pada penelitian ini di pengaruhi oleh umur rumput laut, cahaya, nutrien, suhu, salinitas perairan dan pertumbuhan rumput laut.

Berdasarkan hasil kadar karbohidrat agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung 11.182 dan t tabel 2.353, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 8. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu kadar karbohidrat rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda.

Kadar karbohidrat tepung agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang dihasilkan di tambak metode apung lebih tinggi dari pada tambak metode dasar. Hal ini karena pada tambak metode apung intensitas cahaya matahari yang diterima rumput laut lebih besar dibandingkan dengan metode dasar sehingga kadar karbohidratnya tinggi. Sedangkan untuk kadar karbohidrat metode dasar rendah karena kurangnya intensitas cahaya matahari yang diterima dan kurang baiknya pergerakan air sehingga *thallus* rumput laut pada metode dasar tertutup oleh endapan yang mengakibatkan rendahnya kadar

karbohidrat. Menurut pendapat Yunizal (2002), menyatakan bahwa komposisi kimia pada rumput laut bervariasi menurut spesies dan tempat hidup rumput laut.

#### 4.6.5 Serat Kasar

Serat merupakan homopolisakarida linear yang bercabang yang terdiri dari 10.000 atau lebih unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1.4 glikosida. Ikatan  $\beta$ -1.4 glikosida pada serat kasar membentuk konformasi yang melebar dan mengalami pengelompokkan antarsisi menjadi serat yang tidak larut. Oleh karena itu, tidak ada enzim yang mampu menghidrolisis serat yang dikeluarkan. Serat tidak dapat dicerna, sehingga unit D-glukosa yang terkandung didalamnya dengan sendirinya tidak dapat digunakan sebagai bahan makanan pada hampir semua organisme tingkat tinggi (Indrawati, 2007).

Nilai serat kasar yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 3.03-4.44 %. Nilai kandungan serat kasar tertinggi pada metode apung yaitu sebesar 4.44%, sedangkan nilai kandungan serat kasar yang terendah diperoleh pada metode dasar yaitu sebesar 3,03%. Berdasarkan hasil kadar serat kasar agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung 4.425 dan t tabel 2.353, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 8. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu kadar serat kasar rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda.

Kadar serat kasar yang dihasilkan pada penelitian Astawan (2007) berkisar antara 0,9-2,1 %. Kadar serat kasar yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar serat kasar pada agar-agar hasil penelitian Astawan (2007). Hal tersebut dapat disebabkan oleh umur rumput laut,

cahaya, nutrien, suhu, salinitas perairan dan pertumbuhan rumput laut yang diterima rumput laut berbeda.

#### 4.6.6 Kadar Abu

Kadar abu adalah senyawa anorganik dari pembakaran senyawa organik. Kandungan abu total berguna sebagai parameter nilai nutrisi dari makanan. Jumlah kadar abu dalam suatu produk dapat dijadikan indikasi besarnya jumlah mineral dalam produk tersebut (Larry *et al.*, 1990 dalam Rahmasari 2008). Sudarmadji dan Suhardi (2003) menyatakan bahwa mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat dibedakan menjadi dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Selain kedua garam tersebut, kadang-kadang mineral berbentuk sebagai senyawa kompleks yang bersifat organik. Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi seperti Na, K, Cl, dan Mg.

Nilai kadar abu yang diperoleh dari perlakuan metode penanaman yang diterapkan selama penelitian dengan umur panen 45 hari berkisar antara 2.45 – 3.61 %. Nilai kadar abu tertinggi diperoleh dari metode dasar berkisar antara 3.61%, sedangkan nilai kadar abu terendah diperoleh pada metode apung berkisar antara 2.45%. Tinggi rendahnya kadar abu pada tepung agar yang dihasilkan berhubungan dengan kandungan mineral yang terkandung dalam rumput laut yang dijadikan bahan baku. Kandungan mineral tersebut dapat dipengaruhi oleh keadaan dan juga kondisi perairan asal dari rumput laut dibudidayakan. Wenno, *et al* (2012), bertambahnya umur panen cenderung menyebabkan kadar abu mengalami peningkatan. Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral cukup tinggi karena kemampuannya dalam menyerap mineral yang berasal dari lingkungannya. Akan tetapi, hasil penelitian



ini menunjukkan bahwa kadar abu yang diperoleh masih memenuhi Standar Industri Indonesia sebesar kurang dari 4%.

Berdasarkan hasil kadar abu agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung diperoleh nilai t-hitung - 17.93 dan t tabel 2.353, maka  $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$ , perhitungan disajikan pada Lampiran 8. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t yaitu kadar abu rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan apung berbeda.

#### 4.7 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air pada pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak budidaya metode dasar dan tambak budidaya metode apung meliputi parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika yaitu: suhu dan kecerahan, sedangkan parameter kimia yaitu: salinitas, pH, karbondioksida, nitrat dan orthofosfat. Data kualitas air rata-rata pada tambak metode dasar dan tambak metode apung selama penelitian disajikan pada Tabel 8 dan 9.

**Tabel 8. Data Kualitas Air Pada Tambak Metode Dasar**

| No | Parameter kualitas air      | Minggu Ke- |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |                             | 0          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 1  | Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 33.33      | 31.33 | 30.33 | 30.33 | 28.33 | 29.33 | 29.33 | 32.33 |
| 2  | Kecerahan                   | 100%       | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| 3  | Salinitas (ppt)             | 40         | 33    | 29    | 30    | 31    | 29    | 34    | 29    |
| 4  | Ph                          | 9          | 8     | 8     | 8     | 8     | 7     | 8     | 9     |
| 5  | Oksigen Terlarut (mg/l)     | 5.53       | 7.51  | 7.47  | 7.99  | 5.98  | 7.17  | 7.44  | 7.79  |
| 6  | Nitrat (ppm)                | 0.49       | 0.54  | 0.62  | 0.54  | 0.62  | 0.76  | 0.76  | 0.52  |
| 7  | Orthofosfat (ppm)           | 0.157      | 0.136 | 0.133 | 0.129 | 0.136 | 0.129 | 0.117 | 0.108 |

**Tabel 9. Data Kualitas Air Pada Tambak Metode Apung**

| No | Parameter kualitas air      | Minggu Ke- |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |                             | 0          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 1  | Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 34.33      | 32.33 | 30.33 | 31.33 | 29.33 | 30.33 | 29.33 | 33.33 |
| 2  | Kecerahan                   | 100%       | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  | 100%  |
| 3  | Salinitas (ppt)             | 40         | 33    | 30    | 30    | 29    | 29    | 34    | 32    |
| 4  | pH                          | 9          | 8     | 7     | 9     | 8     | 8     | 8     | 9     |
| 5  | Oksigen Terlarut (mg/l)     | 5.57       | 7.38  | 7.81  | 7.85  | 6.34  | 7.67  | 7.66  | 7.83  |
| 6  | Nitrat (ppm)                | 0.84       | 0.76  | 0.62  | 0.54  | 0.62  | 0.54  | 0.55  | 0.49  |
| 7  | Orthofosfat (ppm)           | 0.181      | 0.145 | 0.134 | 0.134 | 0.132 | 0.133 | 0.121 | 0.116 |

#### 4.7.1 Parameter Fisika

Pada penelitian pengaruh metode penanaman rumput laut *Gracilaria verrucosa* hasil pengukuran parameter fisika yang meliputi suhu dan kecerahan disajikan pada Lampiran 9.

##### A. Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di laut maupun di perairan air tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Kordi dan Andi, 2005).

Selain beradaptasi terhadap cahaya, *Gracilaria* juga memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap suhu. Kemampuan ini sangatlah bervariasi tergantung kepada tempat di mana tumbuhan tersebut hidup (Sjafrie, 1990). Suhu berperan sebagai pengatur proses metabolisme dan fungsi fisiologis organisme.

Suhu bukan merupakan faktor pembatas pada alga alami selama banyak genus mampu tumbuh pada kondisi lingkungan lain yang sesuai. Namun suhu sangat berpengaruh terhadap percepatan atau pertambahan pertumbuhan dan reproduksi alga (Wijaya, 2009).

Data hasil pengukuran suhu selama penelitian pada tambak metode dasar dan tambak metode apung disajikan pada Lampiran 10. Hasil grafik pengukuran suhu selama penelitian disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Pengukuran Suhu (°C)

Berdasarkan hasil pengukuran suhu di tambak metode dasar berkisar antara 28°C - 33°C. Pada tambak metode apung berkisar antara 29°C - 34°C. Kisaran salinitas maksimum pada tambak metode dasar terjadi pada minggu ke-0 yaitu sebesar 33.33°C dan metode apung maksimum terjadi pada minggu ke-0 yaitu sebesar 34.33°C. Sedangkan suhu minimum pada tambak metode dasar terjadi pada minggu ke-4 yaitu sebesar 28.33°C dan metode apung minimum terjadi pada minggu ke-0 yaitu 29.33°C. Hasil pengukuran suhu di tambak metode dasar dan tambak metode apung masih sesuai dengan batas yang layak untuk pertumbuhan. Berdasarkan hasil nilai suhu pada Gambar 7, dilakukan

perhitungan nilai uji-t dengan nilai t-hitung 35.644 dan t-tabel 1,678, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 9. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t suhu antara tambak metode dasar dan apung berbeda. Rata-rata nilai suhu pada tambak metode apung lebih tinggi dibandingkan tambak metode dasar.

Penelitian rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak metode dasar dan tambak metode apung mengalami penurunan dan peningkatan suhu. Penurunan suhu disebabkan karena adanya perbedaan cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan, pergantian air tambak dan curah hujan. Peningkatan suhu terjadi karena adanya kondisi cuaca dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan tambak. Menurut pendapat Insan dan Widiyartini (2002), Suhu yang tinggi dapat menyebabkan protein mengalami denaturasi, serta dapat merusak enzim dan membran sel. Terkait dengan itu, maka suhu sangat mempengaruhi kehidupan rumput laut, seperti kematian, pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi, fotosintesis, dan respirasi (Insan dan Widiyartini., 2002). Sedangkan pada suhu rendah, membran protein dan lemak dapat mengalami kerusakan sebagai akibat terbentuknya kristal di dalam sel, sehingga mempengaruhi kehidupan rumput laut (Luning, 1990 dalam Armita, 2011).

## **B. Kecerahan**

Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktivitas fotosintesis. Kecerahan merupakan faktor penting bagi proses fotosintesis dan produksi primer dalam suatu perairan. Seperti diketahui fotosintesis rumput laut sangat membutuhkan cahaya dan apabila aktivitas fotosintesis terganggu maka



akan mengakibatkan pertumbuhan rumput laut yang tidak optimal (Kamlasi, 2008).

Menurut Hutabarat dan Evans, (2008) dalam Khasanah, (2013). Banyak sedikitnya sinar matahari yang menembus ke dalam perairan sangat bergantung dari kecerahan air. Semakin cerah perairan tersebut akan semakin dalam cahaya yang menembus ke dalam perairan. Penetrasi cahaya menjadi rendah ketika tingginya kandungan partikel tersuspensi di perairan dekat pantai, akibat aktivitas pasang surut dan juga tingkat kedalaman.

Berdasarkan hasil penelitian untuk kecerahan tambak budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa* metode dasar dan metode apung adalah 100% dan dasar perairan tambak dapat terlihat secara kasat mata karena ketinggian air berkisar antara 50 – 70 cm. hal ini sesuai dengan pendapat Trono (1988) dalam Sukmana (2008), tingkat kecerahan yang optimal bagi pertumbuhan rumput laut adalah 100% atau mampu mencapai dasar perairan. Hal ini penting karena rumput laut membutuhkan cahaya matahari yang optimum untuk proses fotosintesisnya.

#### 4.7.2 Parameter Kimia

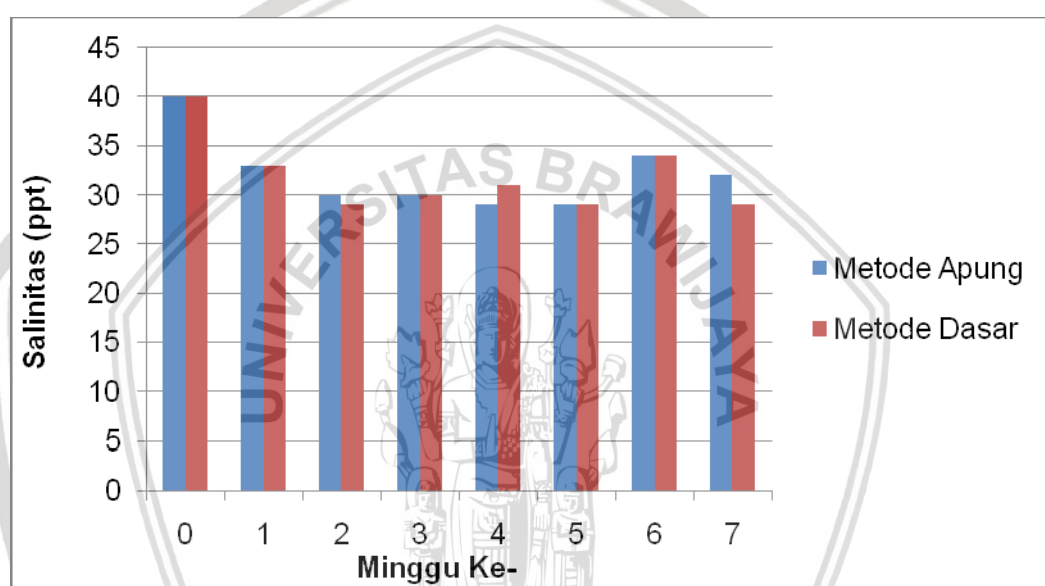
Pada penelitian pengaruh metode penanaman *Gracilaria verrucosa* hasil pengukuran parameter fisika yang meliputi salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), nitrat, dan orthofosfar. Hasil penelitian sebagai berikut:

##### A. Salinitas

Salinitas adalah jumlah dalam gram dari garam-garam yang terlarut dalam satu kilogram air laut, setelah semua karbonat diubah menjadi oksida,

semua bromida dan iodin sudah ditransformasi sebagai chlorida ekivalen dan semua bahan organik telah dioksidasi (Hariyadi, *et al.*, 1992).

Hasil pengukuran salinitas pada lokasi penelitian antara metode dasar dan metode apung disajikan pada Lampiran 12. Hasil rata-rata pengukuran salinitas disajikan dalam Gambar 8. Dari Gambar 8 terlihat ada perbedaan salinitas antara tambak metode dasar dan tambak metode apung dari minggu ke-0 sampai minggu ke-7. Rata-rata nilai salinitas berkisar antara 29 ppt – 40 ppt.



Gambar 8. Grafik Pengukuran Salinitas (ppt)

Berdasarkan hasil pengukuran salinitas di tambak metode dasar berkisar 29-40 ppt. Pada tambak metode apung hasil pengukuran salinitas berkisar antara 29-40 ppt. Hasil pengukuran salinitas pada tambak dasar dan tambak metode apung pada minggu ke-0 memiliki kisaran salinitas yang relatif tinggi yaitu 40 ppt, hal ini diduga karena pada pengambilan sampel termasuk musim hujan. Rumput laut *Gracilaria verrucosa* dapat dibudidayakan di laut dan di tambak. Menurut Kurniawan (2006), menyatakan bahwa salinitas perairan yang cocok untuk jenis rumput laut *Gracilaria verrucosa* adalah antara 15-34 ppt. Berdasarkan hasil nilai salinitas pada Gambar 8, dilakukan perhitungan nilai uji-t

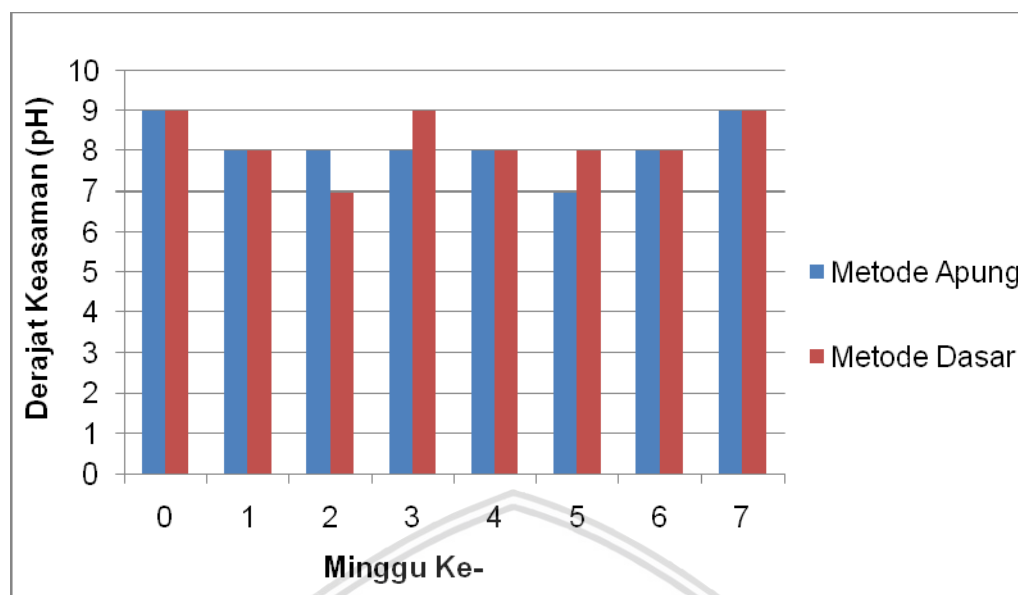
dengan nilai t-hitung 0.463 dan t-tabel 1,678, maka  $t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$ , perhitungan disajikan pada Lampiran 9. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t kandungan salinitas antara tambak metode dasar dan apung tidak berbeda.

Salinitas yang optimum dapat membuat rumput laut tumbuh dengan optimal, karena keseimbangan fungsi membran sel terjaga, terutama dalam mengatur tekanan osmosis yang ada dalam rumput laut dengan cairan lingkungannya. Keseimbangan ini akan memperlancar penyerapan unsur hara sebagai nutrisi yang menunjang fotosintesis, sehingga pertumbuhan rumput laut akan optimal (Sutresno dan Prihastanti, 2003).

#### **B. Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonia tak terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibanding dengan amonium (Effendi, 2003).

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Setiap organisme mempunyai batasan dalam beradaptasi terhadap perubahan nilai pH, karena sebagian besar organisme perairan hidup sesuai pada kisaran pH 7 – 8.5. perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Odum, 1993). Data hasil pengukuran pH selama penelitian di tambak metode dasar dan tambak metode apung disajikan pada Lampiran 11. Hasil grafik pengukuran rata-rata pH disajikan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil pengukuran pH dari setiap pengamatan pada tambak metode dasar berkisar antara 7 – 9. Pada tambak metode apung berkisar 7 – 9. Peningkatan dan penurunan pH yang tidak terlalu besar dan dalam kisaran normal tidak terlalu mempengaruhi pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa*. Menurut Santika dalam Widyorini (2010), bahwa algae jenis *Gracilaria verrucosa* tumbuh baik pada kisaran pH 6 – 9.

Berdasarkan hasil nilai derajat keasaman (pH) pada Gambar 9, dilakukan perhitungan nilai uji-t dengan nilai t-hitung 16.304 dan t-tabel 1,678, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 9. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t kandungan derajat keasaman (pH) antara tambak metode dasar dan apung berbeda. Dimana nilai derajat keasaman (pH) pada tambak metode apung lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya dasar.

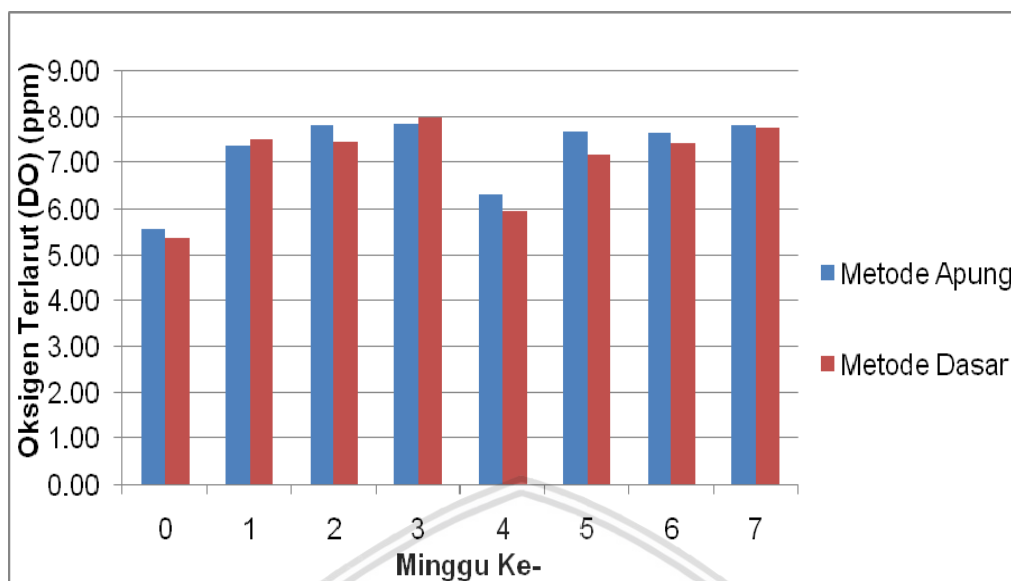


### C. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* =DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000).

Oksigen terlarut sangat penting karena sangat dibutuhkan oleh organisme air. Oksigen terlarut umumnya banyak dijumpai pada lapisan permukaan, oleh karena gas oksigen berasal dari udara di dekatnya melakukan pelarutan (difusi) ke dalam air. Fitoplankton juga membantu menambah jumlah kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan diwaktu siang hari. Penambahan ini disebabkan oleh terlepasnya gas oksigen sebagai hasil dari fotosintesis. Kelarutan oksigen dilaut sangat penting artinya dalam mempengaruhi kesetimbangan kimia air laut dan juga dalam kehidupan organisme. Oksigen dibutuhkan oleh hewan dan tanaman air, termasuk bakteri untuk respirasi (Mamang, 2008).

Data hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) selama penelitian pada tambak metode dasar dan tambak metode apung disajikan pada Lampiran 13. Hasil grafik pengukuran oksigen terlarut (DO) selama penelitian disajikan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Oksigen Terlarut (ppm)

Berdasarkan hasil pengukuran oksigen terlarut pada tambak metode dasar berkisar 5.38 – 7.99 ppm. Pada tambak metode apung hasil pengukuran oksigen terlarut berkisar 5.57 – 7.85 ppm. Kandungan oksigen terlarut menurut Sirajuddin (2008), untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 5.4 – 6.0 ppm. Penelitian rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada tambak dasar dan tambak apung mengalami penurunan dan peningkatan oksigen terlarut. Kandungan oksigen terlarut yang rendah karena terjadi hujan dan tidak dapat melakukan proses fotosintesis, sedangkan peningkatan oksigen terlarut berasal dari pergantian air tambak dan hasil fotosintesis.

Berdasarkan hasil nilai oksigen terlarut (DO) pada Gambar 10, dilakukan perhitungan nilai uji-t dengan nilai t-hitung 1.448 dan t-tabel 1,678, maka t-hitung < t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 9. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t kandungan oksigen terlarut (DO) antara tambak metode dasar dan apung tidak berbeda.

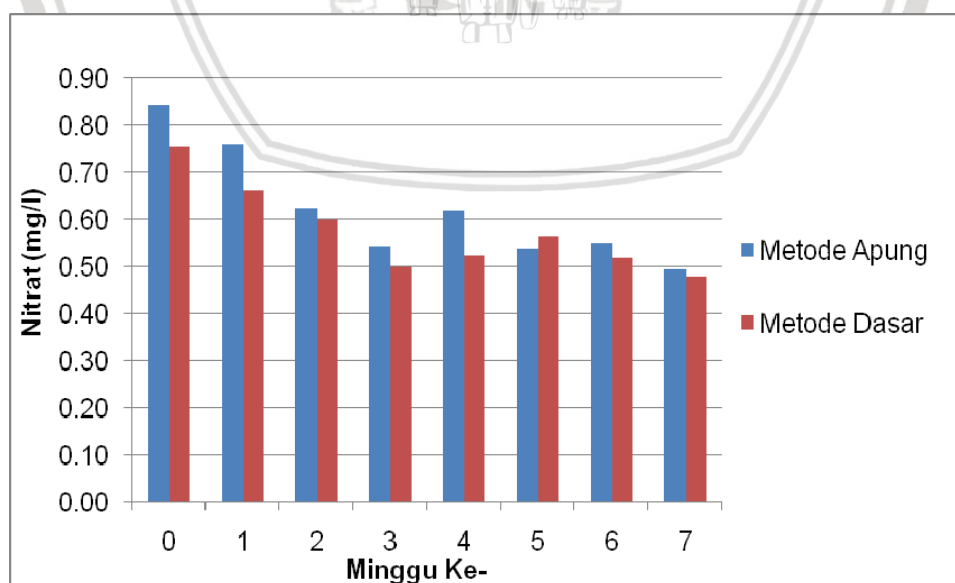
Sumber oksigen terlarut di perairan pada siang hari berasal dari fotosintesis dan pergantian air. Kegiatan fotosintesis hanya dapat terjadi bila ada

cahaya matahari atau pada kondisi cerah. Pada saat kondisi cerah dengan adanya sinar matahari kandungan oksigen terlarut lebih tinggi dibandingkan pada saat turun hujan (Mamang, 2008).

#### D. Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003). Nitrat merupakan unsur yang berperan dalam menyokong pertumbuhan baik dalam pembentukan protein maupun aktivitas metabolisme. Nitrat sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut, tetapi pada kondisi berlebihan akan menyebabkan peledakan mikroalga (Basmi, 1999).

Data hasil pengukuran nitrat selama penelitian pada tambak metode dasar dan tambak metode apung disajikan pada Lampiran 14. Hasil grafik pengukuran nitrat selama penelitian disajikan dalam Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Nitrat (mg/l)

Berdasarkan hasil pengukuran nitrat selama penelitian pada tambak metode dasar berkisar antara 0.50 – 0.76 mg/l. Pada tambak metode apung berkisar antara 0.49 – 0.84 mg/l. konsentrasi nitrat pada hasil pengamatan antara tambak metode dasar dan tambak metode apung cukup baik untuk pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Hal ini sesuai dengan pendapat Sulistijo (1987) dalam Sirajuddin (2008), bahwa kandungan nitrat yang mampu mendukung kehidupan dan pertumbuhan rumput laut adalah lebih besar dari 0.014 mg/l. Menurut Riani (1994) dalam Alam (2011) menambahkan, bahwa kandungan dalam kadar yang berbeda dibutuhkan oleh setiap jenis alga untuk keperluan pertumbuhan sedangkan kadar nitrat untuk mikroalga dapat tumbuh dan optimal diperlukan kandungan nitrat 0,9-3,5 mg/l. Apabila kadar nitrat dibawah 0,1 atau diatas 4,5 mg/l, merupakan faktor pembatas.

Berdasarkan hasil nilai nitrat pada Gambar 11, dilakukan perhitungan nilai uji-t dengan nilai t-hitung 12.581 dan t-tabel 1,678, maka t-hitung > t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 9. Hasil kesimpulan dari perhitungan uji-t kandungan nitrat antara tambak metode dasar dan apung berbeda. Dimana nilai nitrat pada tambak metode apung lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya dasar.

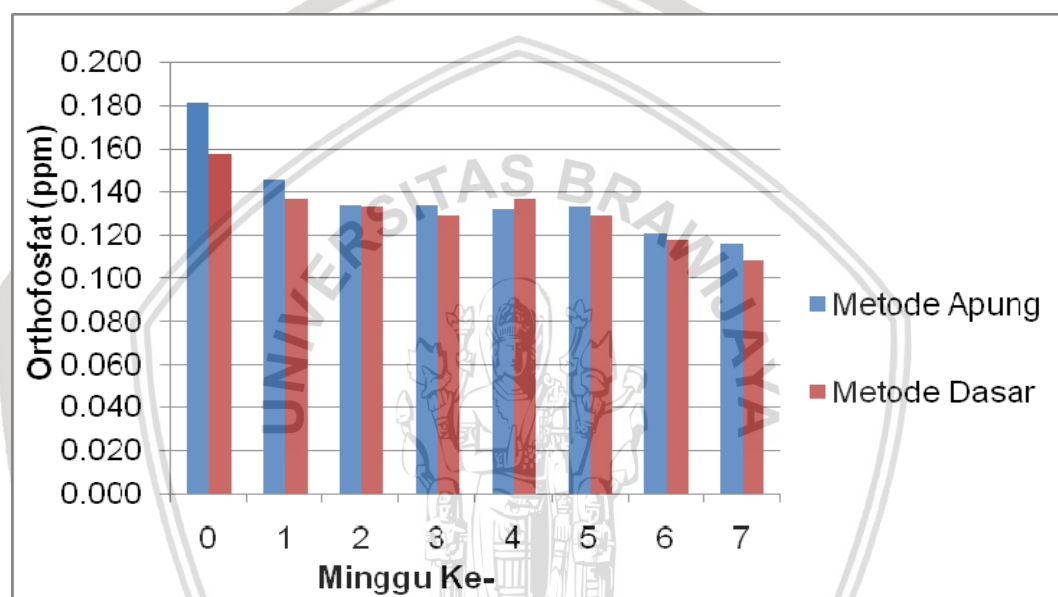
#### **E. Orthofosfat**

Menurut Syahputra (2008), fosfat merupakan faktor penting yang dibutuhkan alga untuk pertumbuhan. Umumnya fosfat diserap oleh alga dalam bentuk ortofosfat. Fosfat di laut terdapat dalam keadaan terlarut dan tersuspensi. Fosfat terlarut hamper semuanya ditentukan oleh persentase ion-ion ortoposfat yaitu  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ . Hanya sedikit terdapat dalam ion  $\text{PO}_4^{2-}$  dan asam fosfat bebas.



Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu, sebelum dimanfaatkan sebagai sumber fosfor oleh tumbuhan akuatik maupun fitoplankton (Effendi, 2003).

Hasil pengukuran fosfat pada lokasi penelitian pada tambak metode dasar dan tambak metode apung disajikan pada Lampiran 15. Hasil grafik pengukuran orthofosfat selama penelitian disajikan dalam Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Orthofosfat (mg/l)

Berdasarkan hasil pengukuran orthofosfat di tambak budidaya rumput laut *Gracilaria verrucosa* pada tambak metode dasar berkisar antara 0.116 – 0.181mg/l. Pada tambak metode apung berkisar antara 0.108 – 0.145 mg/l. Menurut Law (1969) dalam Syaputra (2008), mengatakan bahwa perairan dengan kandungan fosfat diatas 0.110 mg/l adalah tergolong perairan dengan kriteria subur.

Berdasarkan hasil nilai orthofosfat pada Gambar 12, dilakukan perhitungan nilai uji t dengan nilai t hitung 0.056 dan t tabel 1,678, maka t-hitung < t-tabel, perhitungan disajikan pada Lampiran 9. Hasil kesimpulan dari

perhitungan uji-t adalah kandungan orthofosfat antara tambak metode dasar dan tambak metode apung tidak berbeda. Dimana nilai orthofosfat pada tambak metode dasar lebih tinggi dibandingkan dengan budidaya metode apung.

Fosfat pada siang hari berbeda dengan konsentrasi fosfat pada malam hari. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya perbedaan aktifitas fitoplankton pada siang hari dan malam hari. Pada siang hari atau suhu tinggi kegiatan fitoplankton lebih tinggi dengan adanya fotosintesis. Pada proses ini kandungan fosfat lebih banyak dipakai dalam kegiatan pembentukan sel-sel tumbuhan. Itu sebabnya kandungan fosfat diperairan lebih rendah pada siang hari atau pada suhu tinggi dibandingkan pada malam hari atau suhu rendah (Mamang, 2008).

#### **4.8 Hubungan Kualitas Air dan Kandungan Agar-Agar Rumput Laut *Gracilaria verrucosa***

Tinggi rendahnya kandungan agar-agar (protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar) yang dihasilkan oleh rumput laut *Gracilaria verrucosa* dipengaruhi oleh adanya fotosintesis krena fotosintesis membantu pertumbuhan rumput laut dalam proses penyerapan energi matahari oleh sel-sel tumbuhan yang mendukung pertumbuhan optimal tumbuhan rumput laut termasuk terbentuknya kandungan agar-agar. Hal ini sesuai dengan pendapat Insan, *et al.*, 2013, menyatakan bawah pertumbuhan dan produksi rumput laut juga ditentukan oleh lingkungan tempat hidupnya. Faktor-faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, pH, salinitas dan nutrisi berkorelasi dengan pertumbuhan, fotosintesis, dan respirasi rumput laut.

## 5. Kesimpulan Dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang “Pengaruh Metode Penanaman yang Berbeda Terhadap Kandungan Agar-Agar Pada Budidaya Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Desa Pandan Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura” diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Metode penanaman rumput laut yang berbeda menghasilkan produksi harian, laju pertumbuhan dan kandungan agar-agar yang berbeda. Laju pertumbuhan spesifik *Gracilaria verrucosa* pada tambak budidaya metode apung 2.79 – 10.07% lebih tinggi dibandingkan pada tambak budidaya dasar 1.81 – 6.35%. Kandungan agar-agar *Gracilaria verrucosa* yang terbaik pada tambak metode apung mempunyai kisaran kadar air 12.80-13.43%, protein 5.07 – 7.30%, kadar lemak 0.25 – 0.28%, karbohidrat 71.36 – 66.58%, serat kasar 4.33 – 4.88%, kadar abu 1.59-2.62% dan rendemen 13.56 – 28.27%.
- Kondisi perairan tambak budidaya *Gracilaria verrucosa* mempunyai kisaran suhu 28.33 – 34.33°C, kecerahan 100%, salinitas 29 – 40ppt, pH 7-9, oksigen terlarut (DO) 5.38 – 7.99ppm, kandungan nitrat 0.11 – 0.18 (mg/L) dan kandungan orhtofosfat 0.52 – 0.84 (mg/L).

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan bagi para petambak di Madura menggunakan budidaya metode apung karena sistem budidaya dengan menggunakan metode apung menghasilkan produksi, laju pertumbuhan, dan kandungan agar-agarnya tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. 2004. Pengaruh Penambahan Khitosan Terhadap Mutu Agar Bakto (*Bacto Agar*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Alam, A. A. 2011. Kualitas Karagenan Rumput Laut Jenis *Eucheuma spinosum* Di Pereiran Desa Punaga Kabupaten Takalar. Skripsi. Fakultas ilmu kelautan dan perikanan. Universitas hasanuddin. Makasar.
- Anggadiredja, J T., Zatnika, A., Heri Purwoto, dan Istini, S., 2006, Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Angka, S. L. dan M.T. Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Armita, D. 2011, Analisis Perbandingan Kualitas Air di Daerah Budidaya Rumput Laut Dengan Daerah Tidak Ada Budidaya Rumput Laut di Dusun Malelaya Desa Punaga Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar. Skripsi. Universitas Hasanudin: Makasar.
- Aslan, M. L., 1998. Budidaya Rumput Laut. Edisi revisi. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2003. Budidaya Rumput Laut. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Blom, J. H. 1988. Analisa Mutu Air Secara Kimiawi dan Fisika. Laporan Tentang Pelatihan Praktek Kerja Lapang Pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya: Malang.
- Cholik, F., Ateng, G., Poernomo, P dan Jauzi, A. 2005. Akuakultur. PT. Victoria Kreasi Mandiri. Jakarta.
- Cordover, R. 2007. Seaweed Agronomy, Cropping in Inland Saline Groundwater Evaporation Basins. Rural Industries and Development Corporation. Australia.
- Distantina, O. Rusman, dan S. Hartati, 2006. Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat Pada Perendaman Terhadap Kecepatan Ekstraksi Agar-Agar. *Ekulilibrium*. **05**(1): 34-39.
- Effendy, H., 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Febriko, S.D., Agus, S., Sofiati, M.A. Rahman, 2008, Peningkatan Produksi Rumput Laut *Gracilaria Verrucosa* Di Tambak Dengan Penambahan Pupuk. Indonesia Aquakultur. Yogyakarta.



- Heddy, S., 2001. Ekofisiologi Tumbuhan: Suatu Kajian Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 154 hal.
- Hariyadi, S., Suryadiputra, I. N. N dan Widigdo, B. 1992. Limnologi Penuntun Praktikum Dan Metoda Analisa Kualitas Air. Skripsi. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Iksan, K. H., 2005. Kajian Pertumbuhan Produksi Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) dan Kandungan Karaginan Pada Berbagai Bobot Bibit dan Asal *Thallus* Di Perairan Desa Guruaping Oba Maluku Utara. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Indriani, H. dan E. Suninarsih. 2003. Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Indriawati, K., 2007. Analisis Kekuatan Gel (*Gel Strength*) Agar-Agar Komersial Berdasarkan Konsentrasi Sulfat Dan Konsentrasi 3,6-Anhidro-L-Galaktosa. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Insan, A. I., Dwi, S. W. dan Sarwato. 2013. Posisi Tanam Rumput Laut Dengan Modifikasi Sistem Jaring Terhadap Pertumbuhan dan Produksi *Eucheuma cottonii* Di Perairan Pantura Brebes. Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. **11**(1): 125-133
- Kadari, M. 2004. Kajian Usaha Budidaya Rumput Laut, *Eucheuma cottonii* di Pulau Menjangan Besar Kepulauan Karimunjawa di Tinjau dari Timur dan Jarak Tanam Bibit. Tesis. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Kadi, A. dan Atmaja, W.S. 1988. Rumput Laut (Algae): Jenis, Reproduksi, produksi Budidaya dan Pasca Panen. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi*. LIPI: Jakarta. 127 hal.
- Kamlasi, Y. 2008. Kajian Ekologis dan Biologi untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Kecamatan Kupang Barat, Kabupaten Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. IPB: Bogor.
- Khasanah. U., 2013. Analisis Kesesuaian Perairan Untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Komarawidjaja, W. 2005. Rumput Laut *Gracilaria* sp. Sebagai Fitoremidian Bahan Organik Perairan Tambak Budidaya. *Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL)*, BPPT. **6**(2): 410-415.
- Kordi, M. G. H dan Andi, B. T. 2005. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kordi, M. G. H. 2010. Ekosistem Terumbu Karang. Rineka Cipta. Jakarta.

- \_\_\_\_\_. 2011. Ekosistem Lamun (Sea Grass) Fungsi Potensi dan Pengolahan. Rineka Cipta. Jakarta
- \_\_\_\_\_. 2012. Jurus Jitu Pengelolaan Tambak Untuk Budidaya Perikanan Ekonomis. Lily Publisher. Yogyakarta
- Mamang.N.,2008.Laju Pertumbuhan Bibit Rumput Laut *Eucheuma cattonii* Dengan Perlakuan Asal *Thallus* Terhadap Bobot Bibit Di Perairan Lakeba, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mustofa, 2013. Efek Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Jember.
- Nazir, M. 2005. Metode penelitian. Ghalia Indonesia. Bogor Selatan. 544 hlm.
- Nontji, 1991. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Nussinovitch A. 1997. Hydrocolloid Application: Gum Technology in The Food and Other Industries. Chapman and Hall Ltd. London.
- Paul, S.W. 2003. Limnological Methods. Narendra publishing house. Delhi-India.
- Praibon, J., A. Chirapart, Y. Akakabe, O. Bhumbhamond, dan T. Kajiwaru. 2006. Physiccterization and Chemical Characterization of Agar Polysaccharides Extracted from the Thai and Japanese Species of *Gracilaria*. Science asia. Bangkok. Thailand.
- Pratiwi, E dan W. Ismail. 2004. Perkembangan Budidaya Rumput Laut di Pulau Pari. Warta, 2:11-15.
- Poedjiadi A. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Putro S. 1991. Penanganan Dan Pengolahan Rumput Laut. Dalam Prosiding Temu Karya Ilmiah Teknologi Pasca Panen Rumput Laut, 11-12 Maret. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Rahmasari, V. 2008. Pemanfaatan Air Abu Sabut Kelapa Dalam Pembuatan Agar-Agar Kertas Dari Rumput Laut *Gracilaria* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Risjani, Y.2004. Potensi Sumberdaya Rumput Laut di Jawa Timur dan Jenis-Jenis Ekonomis Penting. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sastrosupadi, A. 1995. Rancangan percobaan praktis bidang Pertanian. Kanisius. Yogyakarta. 53 hlm.

- Sediadi, A dan Budihardjo, U. 2000. Rumput Laut Komoditas Unggulan. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Grasindo
- Sjafrie. N. D. M., 1990. Beberapa Catatan Mengenai Rumput Laut *Gracilaria*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. Jakarta. **XV**(04): 147-155.
- Soegiarto, A., Sulistijo, W. S. Atmadja dan H. Mubarak. 1978. Rumput Laut (Algae) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidayanya. Lembaga Oseanologi Nasional. LIPI. Jakarta Utara. 113 hlm.
- Sudradjat, A. 2008. Budidaya 23 Komoditas Laut Menguntungkan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sugiyatno. 2010. Interaksi Antara Sistem Budidaya dan Metode Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan agar *Gracilaria verrucosa* (Hudson). Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sukamulyo B. 1989. Mempelajari cara ekstraksi dengan pra perlakuan asam dalam pembuatan agar dari rumput laut *Gelidium* sp. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suparman, 2013. Cara Muda Budidaya Rumput Laut Menyehatkan dan Menguntungkan. Penerbit Pustaka Baru Pres. Yogyakarta.
- Surtika, N., 1989. Ilmu Air. Universitas Padjadjarang. BUNPAD Bandung. Bandung.
- Syahputra, Y. 2005. Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Budidaya Rumput laut *Eucheuma cottonii* pada Kondisi Lingkungan yang Berbeda dan Perlakuan Jarak Tanam di Teluk Lhok Seudu. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- , 2008. Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Budidaya Rumput laut *Eucheuma cottonii* pada Kondisi Lingkungan yang Berbeda dan Perlakuan Jarak Tanam di Teluk Lhok Seudu. IPB: Bogor.
- Utomo, B. S. B, Nasran S, Priono B. 1991. Pengolahan Agar-Agar Kertas Secara Sederhana Dan Kemungkinan Pengembangan Di Indonesia. Dalam Prosiding Temu Karya Ilmiah Teknologi Pasca Panen Rumput Laut, 11-12 Maret. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Wardoyo, S. T. H. 1981. Criteria Kualitas Air Untuk Pertanian dan Perikanan. Training Analisa Dampak Lingkungan. PPLH-IPB, PUSDI. PSL. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wenno, M. R., Johanna L., Thenu dan Cynthia G. C. L. 2012. Karakteristik Kappa Karaginan dari *Kappaphycus alvarezii* pada Berbagai Umur Panen. JPB Perikanan Vol. 7 No. 1 hal: 61–68

Winarno, F. G., 1986. Air Untuk Industri Pangan. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.

\_\_\_\_\_, 1990. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta

\_\_\_\_\_, 1996. Teknologi pengolahan rumput laut. Pustaka sinar harapan. Jakarta.

Yunizal, A., A. Sediadi, 2000. Mengenal Rumput Laut. Penerbit Baru. Jakarta.

Yunizal, A. dan A. Sediadi. 2000. Mengenal Rumput Laut. Penerbit Baru. Jakarta. 129 hal

Yunizal. 2002. *Teknologi Ekstraksi Agar-agar dari Rumput Laut Merah (Rhodophyceae)*. Pusat Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Zatnika, A., 1987. Menyimak Pasang Surut Rumput Laut Indonesia. Trubus. Jakarta.

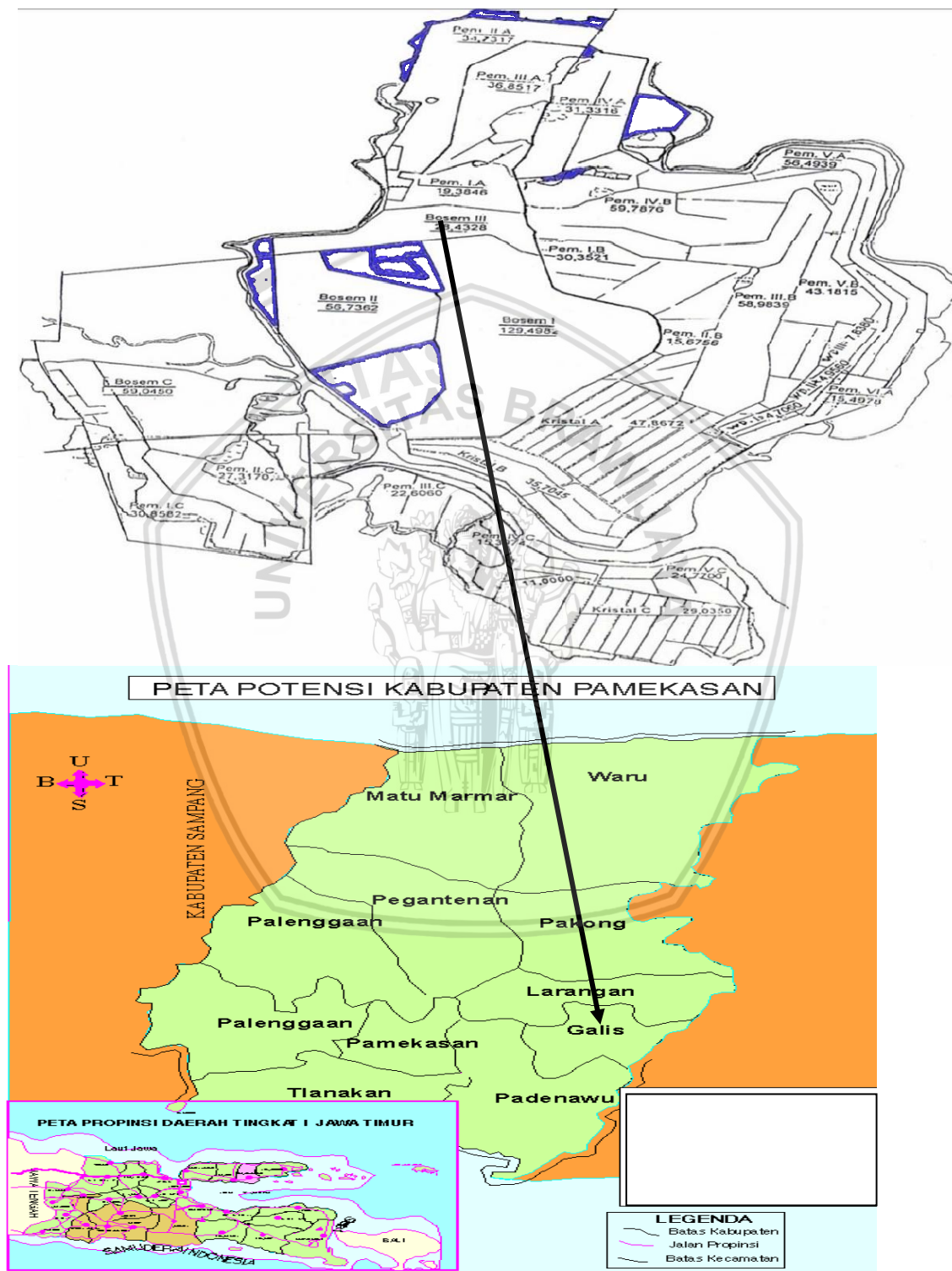




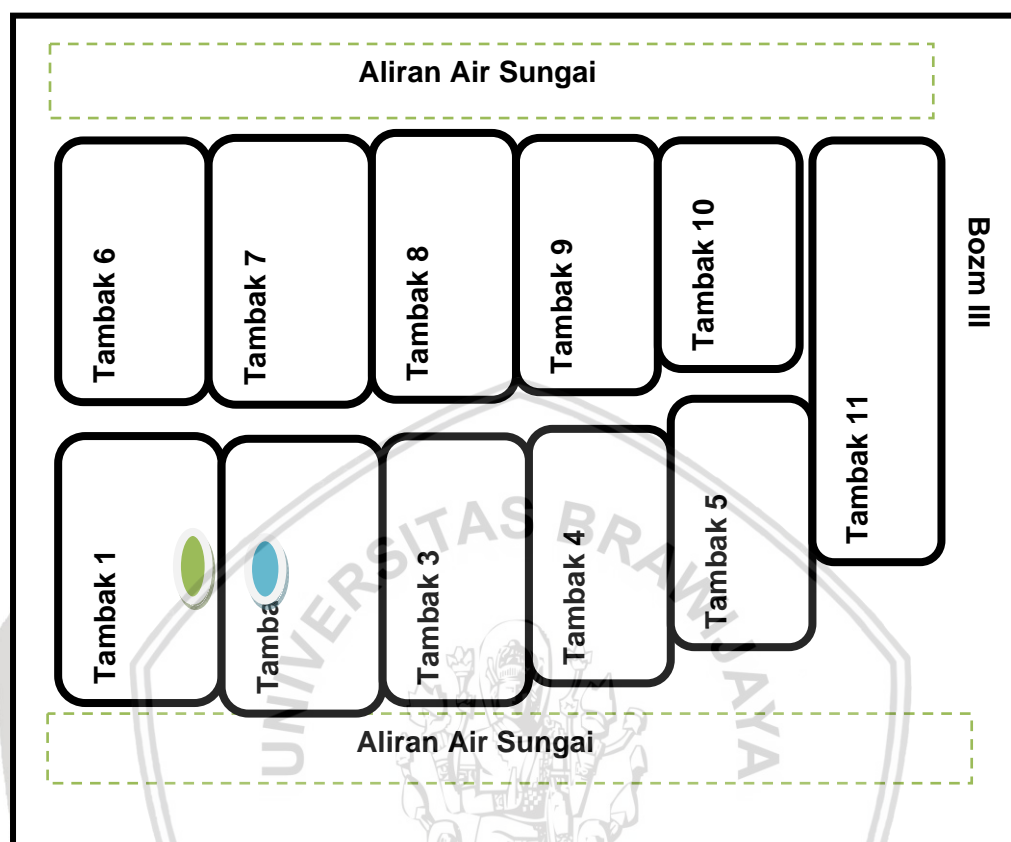
## Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

| Parameter                  | Alat   | Bahan   |
|----------------------------|--|---|
| 1. Nitrat                  | 1. Gelas ukur 25 ml<br>2. Pipet tetes<br>3. Cawan porselin<br>4. Hot plate<br>5. Spatula<br>6. Washing bottle<br>7. Tabung reaksi<br>8. Spektrofotometer | 1. Sampel air<br>2. Asam fenol disulfonik<br>3. Aquadest<br>4. $\text{NH}_4\text{OH}$<br>5. Kertas label  |
| 2. Orthofosfat             | 1. Gelas ukur 25 ml<br>2. Erlenmeyer<br>3. Pipet tetes<br>4. Spektrofotometer  | 1. Sampel air<br>2. Ammonium molybdate<br>3. $\text{SnCl}_2$<br>4. Kertas label   |
| 3. DO                      | 1. Botol DO<br>2. Pipet tetes<br>3. Buret<br>4. Statif   | 1. Sampel air<br>2. $\text{MnSO}_4$<br>3. $\text{NaOH} + \text{KI}$<br>4. $\text{H}_2\text{SO}_4$<br>5. Amylum<br>6. Na-thiosulfat<br>7. Kertas Label |
| 4. pH                      | Kotak standar pH   | 1. Sampel air<br>2. pH paper  |
| 5. Salinitas               | Refraktometer  | Sampel air  |
| 6. Suhu                    | Thermometer  | Sampel air  |
| 7. Kecerahan               | Secchidisk   | Sampel air  |
| 8. Pertumbuhan rumput laut |  | 1. Rumput laut<br>2. Tali nilon<br>3. Kayu<br>4. Bola   |

## Lampiran 2. Lokasi Tambak Budidaya Metode Lepas Dasar dan Metode Apung Kelurahan Pandan



Lampiran 3. Denah Tambak Budidaya Rumput Laut *Gracilaria verucosa*



Keterangan :

**Tambak 1,2** : Untuk Kegiatan Penelitian Pada Daerah Budidaya Rumput Laut *Gracilaria verucosa*

 : Dasar

 : Permukaan

**Lampiran 4. Data Produksi Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Tambak Metode Dasar dan Tambak Metode Apung**

| Minggu Ke- | Metode Apung |        |        | TOTAL | RATA-RATA |
|------------|--------------|--------|--------|-------|-----------|
|            | Inlet        | Tengah | Outlet |       |           |
| 0          | 50           | 50     | 50     | 150   | 50        |
| 1          | 88           | 86     | 96     | 270   | 90.00     |
| 2          | 120          | 119    | 132    | 371   | 123.67    |
| 3          | 156          | 150    | 172    | 478   | 159.33    |
| 4          | 206          | 194    | 228    | 628   | 209.33    |
| 5          | 273          | 252    | 303    | 828   | 276.00    |
| 6          | 362          | 334    | 406    | 1102  | 367.33    |
| 7          | 499          | 476    | 587    | 1562  | 520.67    |
| Minggu Ke- | Metode Dasar |        |        | TOTAL | RATA-RATA |
|            | Inlet        | Tengah | Outlet |       |           |
| 0          | 50           | 50     | 50     | 150   | 50        |
| 1          | 78           | 76     | 80     | 234   | 78        |
| 2          | 87           | 85     | 94     | 266   | 88.67     |
| 3          | 108          | 103    | 114    | 325   | 108.33    |
| 4          | 137          | 130    | 145    | 412   | 137.33    |
| 5          | 175          | 169    | 186    | 530   | 176.67    |
| 6          | 238          | 227    | 251    | 716   | 238.67    |
| 7          | 327          | 306    | 353    | 986   | 328.67    |



**Lampiran 5. Data Hasil Laju Pertumbuhan Spesifik rumput laut *Gracilaria verrucosa* Pada Tambak Metode Dasar dan Tamabak Metode Apung (Longline)**

| Minggu Ke- | Metode Apung |        |        | TOTAL | RATA-RATA |
|------------|--------------|--------|--------|-------|-----------|
|            | Inlet        | Tengah | outlet |       |           |
| 1          | 8.35         | 7.61   | 8.86   | 19.04 | 6.35      |
| 2          | 2.74         | 2.77   | 2.86   | 5.44  | 1.81      |
| 3          | 3.74         | 3.31   | 3.78   | 8.58  | 2.86      |
| 4          | 3.97         | 3.67   | 4.03   | 10.16 | 3.39      |
| 5          | 4.02         | 3.74   | 4.06   | 10.48 | 3.49      |
| 6          | 4.27         | 4.24   | 4.42   | 12.89 | 4.30      |
| 7          | 4.35         | 4.85   | 5.02   | 13.68 | 4.56      |
| Minggu Ke- | Metode Dasar |        |        | TOTAL | RATA-RATA |
|            | Inlet        | Tengah | Outlet |       |           |
| 1          | 6.35         | 5.98   | 6.71   | 19.04 | 6.35      |
| 2          | 1.55         | 1.59   | 2.3    | 5.44  | 1.81      |
| 3          | 3.08         | 2.74   | 2.76   | 8.58  | 2.86      |
| 4          | 3.40         | 3.33   | 3.44   | 10.16 | 3.39      |
| 5          | 3.50         | 3.42   | 3.56   | 10.48 | 3.49      |
| 6          | 4.39         | 4.22   | 4.28   | 12.89 | 4.30      |
| 7          | 4.54         | 4.27   | 4.87   | 13.68 | 4.56      |

**Lampiran 6. Analisa Uji T Laju Pertumbuhan Spesifik Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Pada Tambak Metode Dasar Dan Tambak Metode Apung**

Perhitungan Laju pertumbuhan Spesifik Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*

| No        | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No        | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-----------|----------------|------------------------------|--|-----------|----------------|--|--|
| 1         | 8.35           | 4.364762                     | 19.05115                                     | 1         | 6.35           | 2.992381                                     | 8.95434376                                   |
| 2         | 7.61           | 6.495238                     | 42.18812                                     | 2         | 6.71           | 3.352381                                     | 11.238458                                    |
| 3         | 8.86           | 5.245238                     | 27.51252                                     | 3         | 5.98           | 2.622381                                     | 6.87688186                                   |
| 4         | 2.74           | -1.62476                     | 2.639851                                     | 4         | 1.55           | -1.807619                                    | 3.26748662                                   |
| 5         | 2.86           | -1.50476                     | 2.264308                                     | 5         | 1.99           | -1.367619                                    | 1.87038186                                   |
| 6         | 2.77           | -1.59476                     | 2.543266                                     | 6         | 1.59           | -1.767619                                    | 3.1244771                                    |
| 7         | 3.74           | -0.62476                     | 0.390327                                     | 7         | 3.08           | -0.277619                                    | 0.07707234                                   |
| 8         | 3.78           | -0.58476                     | 0.341946                                     | 8         | 3.06           | -0.297619                                    | 0.0885771                                    |
| 9         | 3.31           | -1.05476                     | 1.112523                                     | 9         | 2.74           | -0.617619                                    | 0.38145329                                   |
| 10        | 3.04           | -1.32476                     | 1.754994                                     | 10        | 2.86           | -0.497619                                    | 0.24762472                                   |
| 11        | 3.64           | -0.72476                     | 0.52528                                      | 11        | 2.72           | -0.637619                                    | 0.40655805                                   |
| 12        | 4.03           | -0.33476                     | 0.112066                                     | 12        | 2.99           | -0.367619                                    | 0.13514376                                   |
| 13        | 3.11           | -1.25476                     | 1.574427                                     | 13        | 2.92           | -0.437619                                    | 0.19151043                                   |
| 14        | 3.16           | -1.20476                     | 1.451451                                     | 14        | 2.81           | -0.547619                                    | 0.29988662                                   |
| 15        | 3.14           | -1.22476                     | 1.500042                                     | 15        | 2.28           | -1.077619                                    | 1.16126281                                   |
| 16        | 3.74           | -0.62476                     | 0.390327                                     | 16        | 3.43           | 0.072381                                     | 0.005239                                     |
| 17        | 3.38           | -0.98476                     | 0.969756                                     | 17        | 3.85           | 0.492381                                     | 0.242439                                     |
| 18        | 4.29           | -0.07476                     | 0.005589                                     | 18        | 3.39           | 0.032381                                     | 0.00104853                                   |
| 19        | 3.15           | -1.21476                     | 1.475646                                     | 19        | 3.27           | -0.087619                                    | 0.0076771                                    |
| 20        | 4.07           | -0.29476                     | 0.086885                                     | 20        | 2.39           | -0.967619                                    | 0.93628662                                   |
| 21        | 3.49           | -0.87476                     | 0.765208                                     | 21        | 4.55           | 1.192381                                     | 1.42177234                                   |
| Total     | 91.66          |                              | 108.6557                                     | Total     | 70.51          |  | 40.9356                                      |
| Rata-Rata | 4.364762       |                              |  | Rata-Rata | 3.357619       |  |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum x_1 - \bar{x}_1^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{108.6557}{21-1}} \\
 &= \sqrt{5.432785} = 2.331
 \end{aligned}$$

## Lampiran 6. Lanjutan

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2)^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{40.9356}{21 - 1}} \\ &= \sqrt{2.04678} = 1.431\end{aligned}$$

### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 21 + 21 - 2 \\ &= 40\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(21-1)S_1^2 + (21-1)S_2^2}{40}} \\ &= \sqrt{\frac{(21-1)2.331^2 + (21-1)1.431^2}{40}} \\ &= \sqrt{109.6951} = 10.474\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{X_1 - X_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}} \\ &= \frac{91.66 - 70.51}{10.474 \sqrt{\left(\frac{1}{21}\right) + \left(\frac{1}{21}\right)}} \\ &= \frac{21.15}{10.474 \sqrt{0.095}}\end{aligned}$$

## Lampiran 6. Lanjutan

$$\begin{aligned} &= \frac{21.15}{3.23} \\ &= 6.548 \end{aligned}$$

T table (n = 40) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.683

Kesimpulan bahwa laju pertumbuhan antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.





**Lampiran 7. Analisa Uji T Rendemen Agar-Agar Rumput Laut *Gracilaria verrucosa***

| Metode Apung |                |                              |  | Metode Dasar |                |  |  |
|--------------|----------------|------------------------------|--|--------------|----------------|--|--|
| No           | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No           | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
| 1            | 23.06          | -1.15667                     | 1.337878                                     | 1            | 19.89          | -0.82  | 0.6724                                       |
| 2            | 24.32          | 0.103333                     | 0.010678                                     | 2            | 21.56          | 0.85   | 0.7225                                       |
| 3            | 25.27          | 1.053333                     | 1.109511                                     | 3            | 20.68          | -0.03  | 0.0009                                       |
| Total        | 72.65          |                              | 2.458067                                     | Total        | 62.13          |  | 1.3958                                       |
| Rata-rata    | 24.21667       |                              |  | Rata-rata    | 20.71          |  |  |

1. Perhitungan Standar Deviasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{2.458}{3-1}} \\
 &= \sqrt{1.229} = 1.109
 \end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{1.396}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.697} = 0.835
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}
 Df &= n_1 + n_2 - 2 \\
 &= 3 + 3 - 2 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

## Lampiran 7. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)1.109^2 + (3-1)0.835^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{2.459 + 1.395}{4}} \\
 &= \sqrt{0.964} = 0.982
 \end{aligned}$$

Maka  $T_{\text{Hitung}}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}} \\
 &= \frac{72.65 - 62.13}{0.982 \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)}} \\
 &= \frac{10.52}{0.982 \sqrt{0.66}} \\
 &= \frac{10.52}{0.80} \\
 &= 13.150
 \end{aligned}$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa nilai rendemen agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda

## Lampiran 8. Analisa Uji T Proksimat Agar-Agar *Gracilaria verrucosa* Hasil Penelitian

### 1. Perhitungan Kadar Air

| No          | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No          | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-------------|----------------|------------------------------|--|-------------|----------------|--|--|
| 1           | 17.55          | 0.06                         | 0.0036                                       | 1           | 17.82          | -0.19667                                     | 0.038678                                     |
| 2           | 17.48          | -0.01                        | 1E-04  | 2           | 18.43          | 0.413333                                     | 0.170844                                     |
| 3           | 17.44          | -0.05                        | 0.0025                                       | 3           | 17.8           | -0.21667                                     | 0.046944                                     |
| Total       | 52.47          |                              | 0.0062                                       | Total       | 54.05          |  | 0.256467                                     |
| Rata - rata | 17.49          |                              |  | Rata - rata | 18.017         |  |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

### 1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.0062}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.0031} = 0.056
 \end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.2565}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.12825} = 0.358
 \end{aligned}$$

Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{SD_1^2}{n_1} + \frac{SD_2^2}{n_2}}}$$

## Lampiran 8. Lanjutan

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 3 + 3 - 2$$

$$= 4$$

$$SP = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$$

$$= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}}$$

$$= \sqrt{\frac{(3-1)0.056^2 + (3-1)0.356^2}{4}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.00627 + 0.25633}{4}}$$

$$= \sqrt{0.06565} = 0.256$$

$$\text{Maka } T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$= \frac{52.47 - 54.05}{0.256 \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)}}$$

$$= \frac{-1.58}{0.256 \sqrt{0.66}}$$

$$= \frac{-1.58}{0.21}$$

$$= -7.524$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa kadar air agar-agar rumput laut *Gracilaria verrucosa* antara tambak metode dasar dan tambak metode apung tidak berbeda



## Lampiran 8. Lanjutan

### 2. Perhitungan Kadar Protein

| No          | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No          | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-------------|----------------|------------------------------|--|-------------|----------------|--|--|
| 1           | 10.55          | -0.20667                     | 0.042711                                     | 1           | 10.11          | -0.01333                                     | 0.000178                                     |
| 2           | 10.84          | 0.083333                     | 0.006944                                     | 2           | 9.96           | -0.16333                                     | 0.026678                                     |
| 3           | 10.88          | 0.123333                     | 0.015211                                     | 3           | 10.3           | 0.176667                                     | 0.031211                                     |
| Total       | 32.27          |                              | 0.064867                                     | Total       | 30.37          |  | 0.058067                                     |
| Rata - rata | 10.75667       |                              |  | Rata - rata | 10.12333       |  |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

#### 1. Perhitungan Standar Deviasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.064867}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.0324335} = 0.180
 \end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.058067}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.0290335} = 0.171
 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 3 + 3 - 2$$

$$= 4$$

## Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)0.180^2 + (3-1)0.171^2}{4}} \\
 &= \sqrt{0.030821} = 0.176
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1} + \frac{S^2}{n_2}}} \\
 &= \frac{32.27 - 30.37}{\sqrt{0.176^2 \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{3} \right)}} \\
 &= \frac{1.9}{\sqrt{0.066}} \\
 &= \frac{1.9}{0.143} \\
 &= 13.29
 \end{aligned}$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa kandungan protein antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.

## Lampiran 8. Lanjutan

### 3. Perhitungan Kadar Lemak

| No        | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No        | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-----------|----------------|------------------------------|--|-----------|----------------|--|--|
| 1         | 0.28           | 0.016667                     | 0.000278                                     | 1         | 0.21           | -0.02667                                     | 0.000711                                     |
| 2         | 0.26           | -0.00333                     | 1.11E-05                                     | 2         | 0.25           | 0.013333                                     | 0.000178                                     |
| 3         | 0.25           | -0.01333                     | 0.000178                                     | 3         | 0.25           | 0.013333                                     | 0.000178                                     |
| Total     | 0.79           |                              | 0.000467                                     | Total     | 0.71           |  | 0.001067                                     |
| Rata-rata | 0.263333       |                              |  | Rata-rata | 0.236667       |  |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

#### 1. Perhitungan Standar Deviasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.000467}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.0002335} = 0.015
 \end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.001067}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.0005335} = 0.023
 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 3 + 3 - 2$$

$$= 4$$

## Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)0.015^2 + (3-1)0.023^2}{4}} \\
 &= \sqrt{0.000715} = 0.027
 \end{aligned}$$

Maka  $T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0.79 - 0.71}{0.027 \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)}} \\
 &= \frac{0.08}{0.027 \sqrt{0.66}} \\
 &= \frac{0.08}{0.02} \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa kadar lemak antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.



## Lampiran 8. Lanjutan

### 4. Perhitungan Kadar Karbohidrat

| No          | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No         | X <sub>2</sub> | X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-------------|----------------|------------------------------|--|------------|----------------|------------------------------|--|
| 1           | 69.03          | 0.093333                     | 0.008711                                     | 1          | 68.47          | 0.353333                     | 0.124844                                     |
| 2           | 68.97          | 0.033333                     | 0.001111                                     | 2          | 67.81          | -0.30667                     | 0.094044                                     |
| 3           | 68.81          | -0.12667                     | 0.016044                                     | 3          | 68.07          | -0.04667                     | 0.002178                                     |
| Total       | 206.81         |                              | 0.025867                                     | Total      | 204.35         |                              | 0.221067                                     |
| Rata - rata | 68.93667       |                              |  | Rata -rata | 68.11667       |                              |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

#### 1. Perhitungan Standar Deviasi (SD) (Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.025867}{3-1}} \\ &= \sqrt{0.0129} = 0.114 \end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.221067}{3-1}} \\ &= \sqrt{0.110533} = 0.332 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 3 + 3 - 2$$

$$= 4$$

## Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)0.114^2 + (3-1)0.356^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.0256 + 0.2563}{4}} \\
 &= \sqrt{0.0701} = 0.265
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}} \\
 &= \frac{206.81 - 204.35}{0.265 \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)}} \\
 &= \frac{2.46}{0.265 \sqrt{0.66}} \\
 &= \frac{2.46}{0.22} \\
 &= 11.182
 \end{aligned}$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa kadar karbohidrat agar-agar antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.

## Lampiran 8. Lanjutan

### 5. Perhitungan Serat Kasar

| No        | X <sub>1</sub> | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No        | X <sub>2</sub> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-----------|----------------|---------------------------------|--|-----------|----------------|--|--|
| 1         | 4.44           | 0.09                            | 0.0081                                       | 1         | 3.63           | 0.14   | 0.0196                                       |
| 2         | 4.28           | -0.07                           | 0.0049                                       | 2         | 3.81           | 0.32   | 0.1024                                       |
| 3         | 4.33           | -0.02                           | 0.0004                                       | 3         | 3.03           | -0.46  | 0.2116                                       |
| Total     | 13.05          |                                 | 0.0134                                       | Total     | 10.47          |  | 0.3336                                       |
| Rata-rata | 4.35           |                                 |  | Rata-rata | 3.49           |  |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

#### 1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.0134}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.0067} = 0.082
 \end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.3336}{3-1}} \\
 &= \sqrt{0.1668} = 0.408
 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}
 -Df &= n_1 + n_2 - 2 \\
 &= 3 + 3 - 2 \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

## Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{(3-1)0.082^2 + (3-1)0.408^2}{4}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.15905 + 0.00333}{4}} \\
 &= \sqrt{0.0406} = 0.202
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}} \\
 &= \frac{13.05 - 10.47}{0.202 \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)}} \\
 &= \frac{2.58}{0.202 \sqrt{0.66}} \\
 &= \frac{2.58}{0.16} \\
 &= 4.425
 \end{aligned}$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa kandungan serat kasar agar-agar antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.



## Lampiran 8. Lanjutan

### 6. Perhitungan Kadar Abu

| No        | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No        | X <sub>2</sub> | X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-----------|----------------|------------------------------|--|-----------|----------------|------------------------------|--|
| 1         | 2.59           | 0.036667                     | 0.001344                                     | 1         | 3.39           | -0.06                        | 0.0036                                       |
| 2         | 2.45           | -0.10333                     | 0.010678                                     | 2         | 3.35           | -0.1                         | 0.01   |
| 3         | 2.62           | 0.066667                     | 0.004444                                     | 3         | 3.61           | 0.16                         | 0.0256                                       |
| Total     | 7.66           |                              | 0.016467                                     | Total     | 10.35          |                              | 0.0392                                       |
| Rata-rata | 2.553333       |                              |  | Rata-rata | 3.45           |                              |  |

Keterangan:

X<sub>1</sub> : Tambak Metode Apung

X<sub>2</sub> : Tambak Metode Dasar

- Perhitungan Standar Defiasi (SD)  
(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.0166}{3-1}} \\ &= \sqrt{0.00825} = 0.091\end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X_2 - \bar{X}_2)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.0392}{3-1}} \\ &= \sqrt{0.0196} = 0.140\end{aligned}$$

- Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$

$$= 3 + 3 - 2$$

$$= 4$$

# Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned} SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{df}} \\ &= \sqrt{\frac{(3-1)S_1^2 + (3-1)S_2^2}{4}} \\ &= \sqrt{\frac{(3-1)0.091^2 + (3-1)0.140^2}{4}} \\ &= \sqrt{\frac{0.0166 + 0.0196}{4}} \\ &= \sqrt{0.0362} = 0.190 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}} \\ &= \frac{7.66 - 10.35}{0.190 \sqrt{\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)}} \\ &= \frac{-2.69}{\sqrt{0.66}} \\ &= \frac{-2.69}{0.15} \\ &= -17.93 \end{aligned}$$

T table (n = 3) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 2.353

Kesimpulan bahwa kadar abu agar-agar antara tambak metode dasar dan tambak metode apung tidak berbeda.

## Lampiran 9. Analisa Uji T Kualitas Air

### 1. Perhitungan Suhu

| No        | $X_1$  | $(X_1 - \bar{X}_1)$ | $(X_1 - \bar{X}_1)^2$ | No        | $X_2$  | $(X_2 - \bar{X}_2)^2$ | $(X_2 - \bar{X}_2)^2$ |
|-----------|--------|---------------------|-----------------------|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| 1         | 34     | 2.666667            | 7.111111              | 1         | 33     | 2.416667              | 5.840278              |
| 2         | 32     | 0.666667            | 0.444444              | 2         | 31     | 0.416667              | 0.173611              |
| 3         | 30     | -1.333333           | 1.777778              | 3         | 30     | -0.583333             | 0.340278              |
| 4         | 31     | -0.333333           | 0.111111              | 4         | 30     | -0.583333             | 0.340278              |
| 5         | 29     | -2.333333           | 5.444444              | 5         | 28     | -2.583333             | 6.673611              |
| 6         | 30     | -1.333333           | 1.777778              | 6         | 29     | -1.583333             | 2.506944              |
| 7         | 29     | -2.333333           | 5.444444              | 7         | 29     | -1.583333             | 2.506944              |
| 8         | 33     | 1.666667            | 2.777778              | 8         | 32     | 1.416667              | 2.006944              |
| 9         | 35     | 3.666667            | 13.444444             | 9         | 34     | 3.416667              | 11.673611             |
| 10        | 33     | 1.666667            | 2.777778              | 10        | 32     | 1.416667              | 2.006944              |
| 11        | 31     | -0.333333           | 0.111111              | 11        | 31     | 0.416667              | 0.173611              |
| 12        | 32     | 0.666667            | 0.444444              | 12        | 31     | 0.416667              | 0.173611              |
| 13        | 30     | -1.333333           | 1.777778              | 13        | 29     | -1.583333             | 2.506944              |
| 14        | 31     | -0.333333           | 0.111111              | 14        | 30     | -0.583333             | 0.340278              |
| 15        | 30     | -1.333333           | 1.777778              | 15        | 30     | -0.583333             | 0.340278              |
| 16        | 34     | 2.666667            | 7.111111              | 16        | 33     | 2.416667              | 5.840278              |
| 17        | 34     | 2.666667            | 7.111111              | 17        | 33     | 2.416667              | 5.840278              |
| 18        | 32     | 0.666667            | 0.444444              | 18        | 31     | 0.416667              | 0.173611              |
| 19        | 30     | -1.333333           | 1.777778              | 19        | 30     | -0.583333             | 0.340278              |
| 20        | 31     | -0.333333           | 0.111111              | 20        | 30     | -0.583333             | 0.340278              |
| 21        | 29     | -2.333333           | 5.444444              | 21        | 28     | -2.583333             | 6.673611              |
| 22        | 30     | -1.333333           | 1.777778              | 22        | 29     | -1.583333             | 2.506944              |
| 23        | 29     | -2.333333           | 5.444444              | 23        | 29     | -1.583333             | 2.506944              |
| 24        | 33     | 1.666667            | 2.777778              | 24        | 32     | 1.416667              | 2.006944              |
| Total     | 752    |                     | 77.333                | Total     | 734    |                       | 63.833                |
| Rata-rata | 31.333 |                     |                       | Rata-rata | 30.583 |                       |                       |

Keterangan:

$X_1$  : Tambak Metode Apung

$X_2$  : Tambak Metode Dasar

### 1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

$$(\text{Tambak Metode Apung}) \text{ Standar Deviasi (SD1)} = \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{77.33}{24 - 1}}$$

## Lampiran 9. Lanjutan

$$= \sqrt{3.362} = 1.834$$

(Tambah Metode Dasar)

$$\text{Standar Deviasi (SD2)} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \sum x)^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{63.83}{24 - 1}}$$

$$= \sqrt{2.775} = 1.666$$

### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned} Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 24 + 24 - 2 \\ &= 46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)1.834^2 + (24-1)1.666^2}{46}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)1.834^2 + (24-1)1.666^2}{46}} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{3.070}$$

$$= 1.752$$



## Lampiran 9. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1} + \frac{S^2}{n_2}}} \\
 &= \frac{752 - 734}{\sqrt{\frac{1.678^2}{24} + \frac{1.678^2}{24}}} \\
 &= \frac{18}{\sqrt{0.063}} \\
 &= \frac{18}{0.505} \\
 &= 35.644
 \end{aligned}$$

T table (n = 46) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.678

Kesimpulan bahwa suhu antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.

## Lampiran 8 . Lanjutan

### 2. Perhitungan Salinitas

| No          | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No          | X <sub>2</sub> | X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-------------|----------------|------------------------------|--|-------------|----------------|------------------------------|--|
| 1           | 40             | 7.875                        | 62.01563                                     | 1           | 40             | 8.125                        | 66.01563                                     |
| 2           | 33             | 0.875                        | 0.765625                                     | 2           | 33             | 1.125                        | 1.265625                                     |
| 3           | 30             | -2.125                       | 4.515625                                     | 3           | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 4           | 30             | -2.125                       | 4.515625                                     | 4           | 30             | -1.875                       | 3.515625                                     |
| 5           | 29             | -3.125                       | 9.765625                                     | 5           | 31             | -0.875                       | 0.765625                                     |
| 6           | 29             | -3.125                       | 9.765625                                     | 6           | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 7           | 34             | 1.875                        | 3.515625                                     | 7           | 34             | 2.125                        | 4.515625                                     |
| 8           | 32             | -0.125                       | 0.015625                                     | 8           | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 9           | 40             | 7.875                        | 62.01563                                     | 9           | 40             | 8.125                        | 66.01563                                     |
| 10          | 33             | 0.875                        | 0.765625                                     | 10          | 33             | 1.125                        | 1.265625                                     |
| 11          | 30             | -2.125                       | 4.515625                                     | 11          | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 12          | 30             | -2.125                       | 4.515625                                     | 12          | 30             | -1.875                       | 3.515625                                     |
| 13          | 29             | -3.125                       | 9.765625                                     | 13          | 31             | -0.875                       | 0.765625                                     |
| 14          | 29             | -3.125                       | 9.765625                                     | 14          | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 15          | 34             | 1.875                        | 3.515625                                     | 15          | 34             | 2.125                        | 4.515625                                     |
| 16          | 32             | -0.125                       | 0.015625                                     | 16          | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 17          | 40             | 7.875                        | 62.01563                                     | 17          | 40             | 8.125                        | 66.01563                                     |
| 18          | 33             | 0.875                        | 0.765625                                     | 18          | 33             | 1.125                        | 1.265625                                     |
| 19          | 30             | -2.125                       | 4.515625                                     | 19          | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 20          | 30             | -2.125                       | 4.515625                                     | 20          | 30             | -1.875                       | 3.515625                                     |
| 21          | 29             | -3.125                       | 9.765625                                     | 21          | 31             | -0.875                       | 0.765625                                     |
| 22          | 29             | -3.125                       | 9.765625                                     | 22          | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| 23          | 34             | 1.875                        | 3.515625                                     | 23          | 34             | 2.125                        | 4.515625                                     |
| 24          | 32             | -0.125                       | 0.015625                                     | 24          | 29             | -2.875                       | 8.265625                                     |
| Total       | 771            |                              | 284.625                                      | Total       |                |                              | 302.625                                      |
| Rata – rata | 32.125         |                              |  | Rata – rata | 31.875         |                              |  |

### 1. Perhitungan Standar Defiasi (SD) (Tambah Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum x_i - \bar{x}_1}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{284.625}{24 - 1}} \\
 &= \sqrt{12.375} = 3.518
 \end{aligned}$$

## Lampiran 9. Lanjutan

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum X^2 - \sum X^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{302.625}{24 - 1}} \\ &= \sqrt{13.158} = 3.627\end{aligned}$$

### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 24 + 24 - 2 \\ &= 46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)S_1^2 + (24-1)S_2^2}{46}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)3.518^2 + (24-1)3.627^2}{46}} \\ &= \sqrt{3.573} \\ &= 1.890\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \\ &= \frac{32.125 - 31.875}{1.890 \sqrt{\left( \frac{1}{24} \right) + \left( \frac{1}{24} \right)}}\end{aligned}$$

## Lampiran 9. Lanjutan

$$= \frac{0.25}{\sqrt{0.063}}$$

$$= \frac{0.250}{0.545}$$

$$= 0.463$$

T table (n = 46) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.678

Kesimpulan bahwa salinitas antara tambak metode dasar dan tambak metode apung tidak berbeda.

### 3. Perhitungan Derajat Keasaman (pH)

| No          | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No          | X <sub>2</sub> | X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-------------|----------------|------------------------------|--|-------------|----------------|------------------------------|--|
| 1           | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 1           | 9              | 0.875                        | 0.765625                                     |
| 2           | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 2           | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 3           | 7              | -1.25                        | 1.5625                                       | 3           | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 4           | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 4           | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 5           | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 5           | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 6           | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 6           | 7              | -1.125                       | 1.265625                                     |
| 7           | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 7           | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 8           | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 8           | 9              | 0.875                        | 0.765625                                     |
| 9           | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 9           | 9              | 0.875                        | 0.765625                                     |
| 10          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 10          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 11          | 7              | -1.25                        | 1.5625                                       | 11          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 12          | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 12          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 13          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 13          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 14          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 14          | 7              | -1.125                       | 1.265625                                     |
| 15          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 15          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 16          | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 16          | 9              | 0.875                        | 0.765625                                     |
| 17          | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 17          | 9              | 0.875                        | 0.765625                                     |
| 18          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 18          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 19          | 7              | -1.25                        | 1.5625                                       | 19          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 20          | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 20          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 21          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 21          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 22          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 22          | 7              | -1.125                       | 1.265625                                     |
| 23          | 8              | -0.25                        | 0.0625                                       | 23          | 8              | -0.125                       | 0.015625                                     |
| 24          | 9              | 0.75                         | 0.5625                                       | 24          | 9              | 0.875                        | 0.765625                                     |
| Total       | 198            |                              | 10.5   | Total       | 195            |                              | 8.625  |
| Rata - rata | 8.25           |                              |  | Rata - rata | 8.125          |                              |  |



## Lampiran 9. Lanjutan

1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)  
(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum x_1 - \bar{x}_1^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{10.50}{24-1}} \\ &= \sqrt{0.457} = 0.676\end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum x_2 - \bar{x}_2^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{8.63}{24-1}} \\ &= \sqrt{0.359} = 0.590\end{aligned}$$

2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 24 + 24 - 2 \\ &= 46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)S_1^2 + (24-1)S_2^2}{46}}\end{aligned}$$

## Lampiran 9. Lanjutan

$$= \sqrt{\frac{(24-1)0.676^2 + (24-1)0.590^2}{46}}$$

$$= \sqrt{0.408}$$

$$= 0.640$$

Maka  $T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) s^2}}$

$$= \frac{198 - 195}{\sqrt{\left(\frac{1}{24} + \frac{1}{24}\right) 0.640^2}}$$

$$= \frac{3}{\sqrt{0.083}}$$

$$= \frac{3}{0.184}$$

$$= 16.304$$

T table (n = 46) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.678

Kesimpulan bahwa pH antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.

## Lampiran 9. Lanjutan

### 4. Oksigen Terlarut (DO)

| No        | X <sub>1</sub> | X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ | (X <sub>1</sub> - $\bar{X}_1$ ) <sup>2</sup> | No | X <sub>2</sub> | X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ | (X <sub>2</sub> - $\bar{X}_2$ ) <sup>2</sup> |
|-----------|----------------|------------------------------|--|----|----------------|------------------------------|--|
| 1         | 6.13           | -1.13275                     | 1.283123                                     | 1  | 6.11           | -0.97713                     | 0.954773                                     |
| 2         | 7.72           | 0.45325                      | 0.205436                                     | 2  | 7.90           | 0.809875                     | 0.655898                                     |
| 3         | 8.05           | 0.78525                      | 0.616618                                     | 3  | 8.19           | 1.105875                     | 1.22296                                      |
| 4         | 7.98           | 0.71125                      | 0.505877                                     | 4  | 8.36           | 1.277875                     | 1.632965                                     |
| 5         | 7.05           | -0.21175                     | 0.044838                                     | 5  | 6.82           | -0.26313                     | 0.069235                                     |
| 6         | 6.59           | -0.67375                     | 0.453939                                     | 6  | 7.03           | -0.05813                     | 0.003379                                     |
| 7         | 8.48           | 1.21525                      | 1.476833                                     | 7  | 7.50           | 0.417875                     | 0.17462                                      |
| 8         | 8.02           | 0.75025                      | 0.562875                                     | 8  | 8.52           | 1.429875                     | 2.044543                                     |
| 9         | 5.05           | -2.22075                     | 4.931731                                     | 9  | 5.03           | -2.05313                     | 4.215322                                     |
| 10        | 6.98           | -0.28475                     | 0.081083                                     | 10 | 6.74           | -0.35113                     | 0.123289                                     |
| 11        | 7.15           | -0.11375                     | 0.012939                                     | 11 | 6.56           | -0.52713                     | 0.277861                                     |
| 12        | 7.90           | 0.63025                      | 0.397215                                     | 12 | 7.60           | 0.514875                     | 0.265096                                     |
| 13        | 5.43           | -1.83775                     | 3.377325                                     | 13 | 5.43           | -1.66013                     | 2.756015                                     |
| 14        | 8.59           | 1.32625                      | 1.758939                                     | 14 | 6.93           | -0.15913                     | 0.025321                                     |
| 15        | 6.96           | -0.30175                     | 0.091053                                     | 15 | 6.97           | -0.12013                     | 0.01443                                      |
| 16        | 7.32           | 0.05125                      | 0.002627                                     | 16 | 7.03           | -0.05513                     | 0.003039                                     |
| 17        | 5.52           | -1.74475                     | 3.044153                                     | 17 | 5.01           | -2.07413                     | 4.301995                                     |
| 18        | 7.45           | 0.18025                      | 0.03249                                      | 18 | 7.89           | 0.799875                     | 0.6398                                       |
| 19        | 8.24           | 0.97525                      | 0.951113                                     | 19 | 7.65           | 0.559875                     | 0.31346                                      |
| 20        | 7.68           | 0.41725                      | 0.174098                                     | 20 | 8.02           | 0.930875                     | 0.866528                                     |
| 21        | 6.54           | -0.72275                     | 0.522368                                     | 21 | 5.68           | -1.40713                     | 1.980001                                     |
| 22        | 7.84           | 0.57325                      | 0.328616                                     | 22 | 7.55           | 0.460875                     | 0.212406                                     |
| 23        | 7.55           | 0.28225                      | 0.079665                                     | 23 | 7.84           | 0.748875                     | 0.560814                                     |
| 24        | 8.16           | 0.89325                      | 0.797896                                     | 24 | 7.74           | 0.648875                     | 0.421039                                     |
| total     | 174.378        |                              | 21.73284                                     |    |                |                              | 23.73478                                     |
| rata-rata | 7.26575        |                              |  |    | 7.086125       |                              |  |

### 1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

(Tambah Metode Apung)

$$\begin{aligned}
 \text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum X_1 - \bar{X}_1^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{21.732}{24-1}} \\
 &= \sqrt{0.945} = 0.972
 \end{aligned}$$

## Lampiran 9. Lanjutan

(Tambah Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \sum x_i^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{23.735}{24 - 1}} \\ &= \sqrt{1.032} = 1.016\end{aligned}$$

### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{SP \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 24 + 24 - 2 \\ &= 46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)0.972^2 + (24-1)1.016^2}{46}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)0.972^2 + (24-1)1.016^2}{46}} \\ &= \sqrt{0.989}\end{aligned}$$

$$= 0.995$$

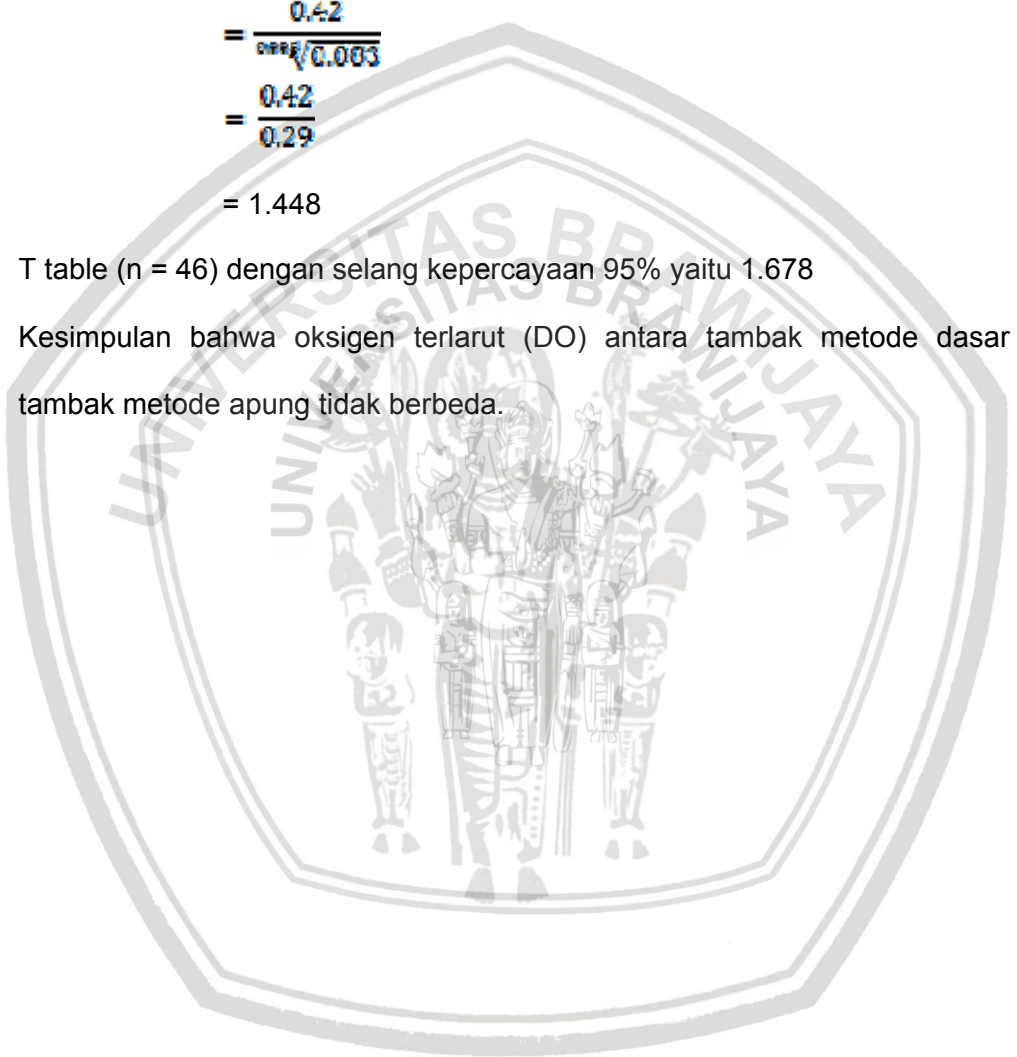


## Lampiran 9. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{Maka } T_{\text{Hitung}} &= \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S^2}{n_1} + \frac{S^2}{n_2}}} \\
 &= \frac{8.16 - 7.74}{\sqrt{\frac{0.003}{24} + \frac{0.003}{24}}} \\
 &= \frac{0.42}{\sqrt{0.0003}} \\
 &= \frac{0.42}{0.29} \\
 &= 1.448
 \end{aligned}$$

T table (n = 46) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.678

Kesimpulan bahwa oksigen terlarut (DO) antara tambak metode dasar dan tambak metode apung tidak berbeda.



## Lampiran 9. Lanjutan

### 5. Perhitungan Nitrat

| No        | $X_1$    | $X_1 - \bar{X}_1$ | $(X_1 - \bar{X}_1)^2$ | No        | $X_2$    | $X_2 - \bar{X}_2$ | $(X_2 - \bar{X}_2)^2$ |
|-----------|----------|-------------------|-----------------------|-----------|----------|-------------------|-----------------------|
| 1         | 0.941    | 0.320708333       | 0.102854              | 1         | 0.854    | 0.278792          | 0.077725              |
| 2         | 0.879    | 0.258708333       | 0.06693               | 2         | 0.594    | 0.018792          | 0.000353              |
| 3         | 0.705    | 0.084708333       | 0.007176              | 3         | 0.817    | 0.241792          | 0.058463              |
| 4         | 0.866    | 0.245708333       | 0.060373              | 4         | 0.684    | 0.108792          | 0.011836              |
| 5         | 0.606    | -0.01429167       | 0.000204              | 5         | 0.548    | -0.02721          | 0.00074               |
| 6         | 0.804    | 0.183708333       | 0.033749              | 6         | 0.753    | 0.177792          | 0.03161               |
| 7         | 0.569    | -0.05129167       | 0.002631              | 7         | 0.52     | -0.05521          | 0.003048              |
| 8         | 0.656    | 0.035708333       | 0.001275              | 8         | 0.359    | -0.21621          | 0.046746              |
| 9         | 0.644    | 0.023708333       | 0.000562              | 9         | 0.916    | 0.340792          | 0.116139              |
| 10        | 0.47     | -0.15029167       | 0.022588              | 10        | 0.557    | -0.01821          | 0.000332              |
| 11        | 0.557    | -0.06329167       | 0.004006              | 11        | 0.322    | -0.25321          | 0.064114              |
| 12        | 0.594    | -0.02629167       | 0.000691              | 12        | 0.619    | 0.043792          | 0.001918              |
| 13        | 0.631    | 0.010708333       | 0.000115              | 13        | 0.532    | -0.04321          | 0.001867              |
| 14        | 0.557    | -0.06329167       | 0.004006              | 14        | 0.446    | -0.12921          | 0.016695              |
| 15        | 0.668    | 0.047708333       | 0.002276              | 15        | 0.594    | 0.018792          | 0.000353              |
| 16        | 0.507    | -0.11329167       | 0.012835              | 16        | 0.631    | 0.055792          | 0.003113              |
| 17        | 0.52     | -0.10029167       | 0.010058              | 17        | 0.458    | -0.11721          | 0.013738              |
| 18        | 0.582    | -0.03829167       | 0.001466              | 18        | 0.606    | 0.030792          | 0.000948              |
| 19        | 0.619    | -0.00129167       | 1.67E-06              | 19        | 0.507    | -0.06821          | 0.004652              |
| 20        | 0.545    | -0.07529167       | 0.005669              | 20        | 0.458    | -0.11721          | 0.013738              |
| 21        | 0.483    | -0.13729167       | 0.018849              | 21        | 0.594    | 0.018792          | 0.000353              |
| 22        | 0.456    | -0.16429167       | 0.026992              | 22        | 0.483    | -0.09221          | 0.008502              |
| 23        | 0.545    | -0.07529167       | 0.005669              | 23        | 0.371    | -0.20421          | 0.041701              |
| 24        | 0.483    | -0.13729167       | 0.018849              | 24        | 0.582    | 0.006792          | 4.61E-05              |
| Total     | 14.887   |                   | 0.409823              | Total     | 13.805   |                   | 0.51873               |
| Rata-rata | 0.620292 |                   | 0.017076              | Rata-rata | 0.575208 |                   |                       |

Keterangan:

$X_1$  : Tambak Metode Apung

$X_2$  : Tambak Metode Dasar

## Lampiran 9. Lanjutan

### 1. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum x_1 - \bar{x}_1)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.009747}{24-1}} \\ &= \sqrt{4.2378} = 2.059\end{aligned}$$

(Tambak Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum x_2 - \bar{x}_2)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.00795}{24-1}} \\ &= \sqrt{3.4565} = 1.859\end{aligned}$$

### 2. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 24 + 24 - 2 \\ &= 46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)S_1^2 + (24-1)S_2^2}{46}}\end{aligned}$$

## Lampiran 9. Lanjutan

$$= \sqrt{\frac{(24-1) 2.059^2 + (24-1) 1.859^2}{46}}$$

$$= \sqrt{99.2304} = 9.962$$

Maka  $T_{\text{Hitung}} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s^2}{n_1} + \frac{s^2}{n_2}}}$

$$= \frac{3.287 - 3.139}{\sqrt{\frac{1}{23} + \frac{1}{23}}}$$

$$= \frac{0.148}{\sqrt{0.086}}$$

$$= \frac{0.148}{0.086}$$

$$= 12.581$$

T table (n = 46) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.678

Kesimpulan bahwa kandungan nitrat antara tambak metode dasar dan tambak metode apung berbeda.

Lampiran 9. Lanjutan



## 6. Perhitungan Orthofosat

| No        | $X_1$    | $X_1 - \bar{X}_1$ | $(X_1 - \bar{X}_1)^2$ | No        | $X_2$    | $X_2 - \bar{X}_2$ | $(X_2 - \bar{X}_2)^2$ |
|-----------|----------|-------------------|-----------------------|-----------|----------|-------------------|-----------------------|
| 1         | 0.172    | 0.035041667       | 0.001228              | 1         | 0.168    | 0.037208          | 0.001384              |
| 2         | 0.189    | 0.052041667       | 0.002708              | 2         | 0.149    | 0.018208          | 0.000332              |
| 3         | 0.183    | 0.046041667       | 0.00212               | 3         | 0.155    | 0.024208          | 0.000586              |
| 4         | 0.156    | 0.019041667       | 0.000363              | 4         | 0.14     | 0.009208          | 8.48E-05              |
| 5         | 0.141    | 0.004041667       | 1.63E-05              | 5         | 0.128    | -0.00279          | 7.79E-06              |
| 6         | 0.138    | 0.001041667       | 1.09E-06              | 6         | 0.14     | 0.009208          | 8.48E-05              |
| 7         | 0.123    | -0.01395833       | 0.000195              | 7         | 0.154    | 0.023208          | 0.000539              |
| 8         | 0.14     | 0.003041667       | 9.25E-06              | 8         | 0.102    | -0.02879          | 0.000829              |
| 9         | 0.139    | 0.002041667       | 4.17E-06              | 9         | 0.143    | 0.012208          | 0.000149              |
| 10        | 0.137    | 4.16667E-05       | 1.74E-09              | 10        | 0.134    | 0.003208          | 1.03E-05              |
| 11        | 0.129    | -0.00795833       | 6.33E-05              | 11        | 0.118    | -0.01279          | 0.000164              |
| 12        | 0.135    | -0.00195833       | 3.84E-06              | 12        | 0.135    | 0.004208          | 1.77E-05              |
| 13        | 0.128    | -0.00895833       | 8.03E-05              | 13        | 0.16     | 0.029208          | 0.000853              |
| 14        | 0.138    | 0.001041667       | 1.09E-06              | 14        | 0.125    | -0.00579          | 3.35E-05              |
| 15        | 0.13     | -0.00695833       | 4.84E-05              | 15        | 0.124    | -0.00679          | 4.61E-05              |
| 16        | 0.143    | 0.006041667       | 3.65E-05              | 16        | 0.134    | 0.003208          | 1.03E-05              |
| 17        | 0.133    | -0.00395833       | 1.57E-05              | 17        | 0.124    | -0.00679          | 4.61E-05              |
| 18        | 0.124    | -0.01295833       | 0.000168              | 18        | 0.129    | -0.00179          | 3.21E-06              |
| 19        | 0.124    | -0.01295833       | 0.000168              | 19        | 0.127    | -0.00379          | 1.44E-05              |
| 20        | 0.129    | -0.00795833       | 6.33E-05              | 20        | 0.098    | -0.03279          | 0.001075              |
| 21        | 0.109    | -0.02795833       | 0.000782              | 21        | 0.127    | -0.00379          | 1.44E-05              |
| 22        | 0.116    | -0.02095833       | 0.000439              | 22        | 0.106    | -0.02479          | 0.000615              |
| 23        | 0.128    | -0.00895833       | 8.03E-05              | 23        | 0.118    | -0.01279          | 0.000164              |
| 24        | 0.103    | -0.03395833       | 0.001153              | 24        | 0.101    | -0.02979          | 0.000888              |
| Total     | 3.287    |                   | 0.009747              | Total     | 3.139    |                   | 0.00795               |
| Rata-rata | 0.136958 |                   | 0.000406              | Rata-rata | 0.130792 |                   |                       |

Keterangan:

$X_1$  : Tambak Metode Apung

$X_2$  : Tambak Metode Dasar

## 7. Perhitungan Standar Defiasi (SD)

(Tambak Metode Apung)

## Lampiran 9. Lanjutan

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD1)} &= \sqrt{\frac{\sum x_1 - \bar{x}_1)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.0097}{24-1}} \\ &= \sqrt{4.042} = 2.105\end{aligned}$$

(Tambah Metode Dasar)

$$\begin{aligned}\text{Standar Deviasi (SD2)} &= \sqrt{\frac{\sum x_2 - \bar{x}_2)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.00795}{24-1}} \\ &= \sqrt{3.4565} = 1.859\end{aligned}$$

### 3. Perhitungan T Hitung

$$T_{\text{Hitung}} = \frac{x_1 - x_2}{SP \sqrt{0.0291}}$$

Dimana Perhitungan SP =  $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}}$  dengan  $Df = n_1 + n_2$

$$\begin{aligned}Df &= n_1 + n_2 - 2 \\ &= 24 + 24 - 2 \\ &= 46\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SP &= \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{Df}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)S_1^2 + (24-1)S_2^2}{46}} \\ &= \sqrt{\frac{(24-1)2.105^2 + (24-1)1.859^2}{46}} \\ &= \sqrt{3.944} = 1.986\end{aligned}$$

$$\text{Maka } T_{\text{Hitung}} = \frac{x_2 - x_1}{SP \sqrt{\left(\frac{1}{n_1}\right) + \left(\frac{1}{n_2}\right)}}$$

Lampiran 9. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3.267 - 3.139}{\sqrt{\left(\frac{1}{23}\right) + \left(\frac{1}{23}\right)}} \\
 &= \frac{0.148}{\sqrt{0.083}} \\
 &= \frac{0.148}{0.572} \\
 &= 0.259
 \end{aligned}$$

T table (n = 46) dengan selang kepercayaan 95% yaitu 1.678

Kesimpulan  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, artinya baha kandungan orthofosfat antara tambak metode dasar dan tambak metode apung tidak berbeda.



Lampiran 10. Data Hasil Pengukuran Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

| MINGGU | METODE APUNG |    |    | TOTAL | RATA-RATA |
|--------|--------------|----|----|-------|-----------|
|        | I            | T  | O  |       |           |
| 0      | 34           | 35 | 34 | 34    | 35        |
| 1      | 32           | 33 | 32 | 32    | 33        |
| 2      | 30           | 31 | 30 | 30    | 31        |
| 3      | 31           | 32 | 31 | 31    | 32        |
| 4      | 29           | 30 | 29 | 29    | 30        |
| 5      | 30           | 31 | 30 | 30    | 31        |
| 6      | 29           | 30 | 29 | 29    | 30        |
| 7      | 33           | 34 | 33 | 33    | 34        |
| MINGGU | METODE DASAR |    |    | TOTAL | RATA-RATA |
|        | I            | T  | O  |       |           |
| 0      | 33           | 34 | 33 | 33    | 34        |
| 1      | 31           | 32 | 31 | 31    | 32        |
| 2      | 30           | 31 | 30 | 30    | 31        |
| 3      | 30           | 31 | 30 | 30    | 31        |
| 4      | 28           | 29 | 28 | 28    | 29        |
| 5      | 29           | 30 | 29 | 29    | 30        |
| 6      | 29           | 30 | 29 | 29    | 30        |
| 7      | 32           | 33 | 32 | 32    | 33        |

Keterangan : I : Inlet  
T : Tengah  
O : Outlet

Lampiran 11. Hasil Pengamatan Derajat Keasaman (pH)



| MINGGU | METODE APUNG |   |   | TOTAL | RATA-RATA |
|--------|--------------|---|---|-------|-----------|
|        | I            | T | O |       |           |
| 0      | 9            | 9 | 9 | 27    | 9         |
| 1      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 2      | 7            | 7 | 7 | 21    | 7         |
| 3      | 9            | 9 | 9 | 27    | 9         |
| 4      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 5      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 6      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 7      | 9            | 9 | 9 | 27    | 9         |
| MINGGU | METODE DASAR |   |   | TOTAL | RATA-RATA |
|        | I            | T | O |       |           |
| 0      | 9            | 9 | 9 | 27    | 9         |
| 1      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 2      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 3      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 4      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 5      | 7            | 7 | 7 | 21    | 7         |
| 6      | 8            | 8 | 8 | 24    | 8         |
| 7      | 9            | 9 | 9 | 27    | 9         |

Keterangan : I : Inlet  
T : Tengah  
O : Outlet

Lampiran 12. Data Hasil Pengamatan Salinitas (ppt)

| MINGGU | METODE APUNG |    |    | TOTAL | RATA-RATA |
|--------|--------------|----|----|-------|-----------|
|        | I            | T  | O  |       |           |
| 0      | 40           | 40 | 40 | 120   | 40        |
| 1      | 33           | 33 | 33 | 99    | 33        |
| 2      | 30           | 30 | 30 | 90    | 30        |
| 3      | 30           | 30 | 30 | 90    | 30        |
| 4      | 29           | 29 | 29 | 87    | 29        |
| 5      | 29           | 29 | 29 | 87    | 29        |
| 6      | 34           | 34 | 34 | 102   | 34        |
| 7      | 32           | 32 | 32 | 96    | 32        |
| MINGGU | METODE DASAR |    |    | TOTAL | RATA-RATA |
|        | I            | T  | O  |       |           |
| 0      | 40           | 40 | 40 | 120   | 40        |
| 1      | 33           | 33 | 33 | 99    | 33        |
| 2      | 29           | 29 | 29 | 87    | 29        |
| 3      | 30           | 30 | 30 | 90    | 30        |
| 4      | 31           | 31 | 31 | 93    | 31        |
| 5      | 29           | 29 | 29 | 87    | 29        |
| 6      | 34           | 34 | 34 | 102   | 34        |
| 7      | 29           | 29 | 29 | 87    | 29        |

Keterangan : I : Inlet  
T : Tengah  
O : Outlet

Lampiran 13. Data Hasil Pengamatan Oksigen Terlarut (ppm)

| MINGGU | METODE APUNG |      |      | TOTAL | RATA-RATA |
|--------|--------------|------|------|-------|-----------|
|        | I            | T    | O    |       |           |
| 0      | 6.13         | 5.05 | 5.52 | 16.70 | 5.57      |
| 1      | 7.72         | 6.98 | 7.45 | 22.15 | 7.38      |
| 2      | 8.05         | 7.15 | 8.24 | 23.44 | 7.81      |
| 3      | 7.98         | 7.90 | 7.68 | 23.56 | 7.85      |
| 4      | 7.05         | 5.43 | 6.54 | 19.03 | 6.34      |
| 5      | 6.59         | 8.59 | 7.84 | 23.02 | 7.67      |
| 6      | 8.48         | 6.96 | 7.55 | 22.99 | 7.66      |
| 7      | 8.02         | 7.32 | 8.16 | 23.49 | 7.83      |
| MINGGU | METODE DASAR |      |      | TOTAL | RATA-RATA |
|        | I            | T    | O    |       |           |
| 0      | 6.11         | 5.03 | 5.01 | 16.15 | 5.38      |
| 1      | 7.90         | 6.74 | 7.89 | 22.52 | 7.51      |
| 2      | 8.19         | 6.56 | 7.65 | 22.40 | 7.47      |
| 3      | 8.36         | 7.60 | 8.02 | 23.98 | 7.99      |
| 4      | 6.82         | 5.43 | 5.68 | 17.93 | 5.98      |
| 5      | 7.03         | 6.93 | 7.55 | 21.50 | 7.17      |
| 6      | 7.50         | 6.97 | 7.84 | 22.31 | 7.44      |
| 7      | 8.52         | 7.03 | 7.74 | 23.28 | 7.76      |

Keterangan : I : Inlet

T : Tengah

O : Outlet

Lampiran 14. Data Hasil Pengamatan Nitrat (ppm)

| MINGGU | METODE APUNG |      |      | TOTAL | RATA-RATA |
|--------|--------------|------|------|-------|-----------|
|        | I            | T    | O    |       |           |
| 0      | 0.94         | 0.88 | 0.71 | 2.53  | 0.84      |
| 1      | 0.87         | 0.61 | 0.80 | 2.28  | 0.76      |
| 2      | 0.57         | 0.66 | 0.64 | 1.87  | 0.62      |
| 3      | 0.47         | 0.56 | 0.59 | 1.62  | 0.54      |
| 4      | 0.63         | 0.56 | 0.67 | 1.86  | 0.62      |
| 5      | 0.51         | 0.52 | 0.58 | 1.61  | 0.54      |
| 6      | 0.62         | 0.55 | 0.48 | 1.65  | 0.55      |
| 7      | 0.46         | 0.55 | 0.48 | 1.48  | 0.49      |
| MINGGU | METODE DASAR |      |      | TOTAL | RATA-RATA |
|        | I            | T    | O    |       |           |
| 0      | 0.85         | 0.59 | 0.82 | 2.27  | 0.76      |
| 1      | 0.68         | 0.55 | 0.75 | 1.99  | 0.66      |
| 2      | 0.52         | 0.36 | 0.92 | 1.80  | 0.60      |
| 3      | 0.56         | 0.32 | 0.62 | 1.50  | 0.50      |
| 4      | 0.53         | 0.45 | 0.59 | 1.57  | 0.52      |
| 5      | 0.63         | 0.46 | 0.61 | 1.70  | 0.57      |
| 6      | 0.51         | 0.46 | 0.59 | 1.56  | 0.52      |
| 7      | 0.48         | 0.37 | 0.58 | 1.44  | 0.48      |

Keterangan : I : Inlet

T : Tengah

O : Outlet

#### Lampiran 15. Data Hasil Pengamatan Orthofosfat (ppm)



| MINGGU | METODE APUNG |       |       | TOTAL | RATA-RATA |
|--------|--------------|-------|-------|-------|-----------|
|        | I            | T     | O     |       |           |
| 0      | 0.172        | 0.189 | 0.183 | 0.544 | 0.181     |
| 1      | 0.156        | 0.141 | 0.138 | 0.435 | 0.145     |
| 2      | 0.123        | 0.140 | 0.139 | 0.402 | 0.134     |
| 3      | 0.137        | 0.129 | 0.135 | 0.401 | 0.134     |
| 4      | 0.128        | 0.138 | 0.130 | 0.396 | 0.132     |
| 5      | 0.143        | 0.133 | 0.124 | 0.400 | 0.133     |
| 6      | 0.124        | 0.129 | 0.109 | 0.362 | 0.121     |
| 7      | 0.116        | 0.128 | 0.103 | 0.347 | 0.116     |
| MINGGU | METODE DASAR |       |       | TOTAL | RATA-RATA |
|        | I            | T     | O     |       |           |
| 0      | 0.168        | 0.149 | 0.155 | 0.472 | 0.157     |
| 1      | 0.140        | 0.128 | 0.140 | 0.408 | 0.136     |
| 2      | 0.154        | 0.102 | 0.143 | 0.399 | 0.133     |
| 3      | 0.134        | 0.118 | 0.135 | 0.387 | 0.129     |
| 4      | 0.160        | 0.125 | 0.124 | 0.409 | 0.136     |
| 5      | 0.134        | 0.124 | 0.129 | 0.387 | 0.129     |
| 6      | 0.127        | 0.098 | 0.127 | 0.352 | 0.117     |
| 7      | 0.106        | 0.118 | 0.101 | 0.325 | 0.108     |

Keterangan : I : Inlet  
T : Tengah  
O : Outlet

Lampiran 16. Foto Penimbangan Rumput Laut



**Lampiran 17. Gambar Penanaman Rumput Laut Menggunakan Metode Dasar dan Metode Apung**



**Gambar Metode Dasar**



**Gambar Metode Apung**





# LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU dan KEAMANAN PANGAN (Testing Laboratory of Food Quality and Food Safety)

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp/Fax (0341) 573358

Email : labujipangan\_thpub@yahoo.com

**KEPADA : Maria Florida Rupa  
TO FPIK – UB  
MALANG**

## LAPORAN HASIL UJI REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number :  
0278/THP/LAB/2015  
Nomor Analisis / Analysis Number : 0287  
Tanggal penerbitan / Date of issue : 14 Mei 2015  
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian  
*The undersigned ratifies that examination*  
Dari contoh / of the sample (s) of : Tepung Agar-  
Agar  
Untuk analisis / For analysis :  
Keterangan contoh / Description of sample :  
Diambil dari / Taken from :  
Oleh / By :  
Tanggal penerimaan contoh / Received :  
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis :  
Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

| Kode              | Protein<br>(%) | Lemak<br>(%) | Air<br>(%) | Abu<br>(%) | Karbohidrat<br>(%) | Serat Kasar<br>(%) |
|-------------------|----------------|--------------|------------|------------|--------------------|--------------------|
| Dasar – Inlet     | 10.11          | 0.21         | 17.82      | 3.39       | 68.47              | 3.63               |
| Dasar – Tengah    | 9.96           | 0.25         | 18.43      | 3.55       | 67.81              | 3.81               |
| Dasar – Outlet    | 10.30          | 0.22         | 17.80      | 3.61       | 68.07              | 3.03               |
| Longline – Inlet  | 10.55          | 0.28         | 17.55      | 2.59       | 69.03              | 4.44               |
| Longline – Tengah | 10.84          | 0.26         | 17.48      | 2.45       | 68.97              | 4.28               |
| Longline Outlet   | 10.88          | 0.25         | 17.44      | 2.62       | 68.81              | 4.33               |

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK  
CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL  
CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN  
TANDING BARANG

Ketua Jurusan THP,  
  
Agustin K. Wardani, STP., M.Si., PhD  
NIP. 19690807 199702 2 001

